Philips Programmeerbare besturingssystemen

MC 20 — MC 30 — PC 20

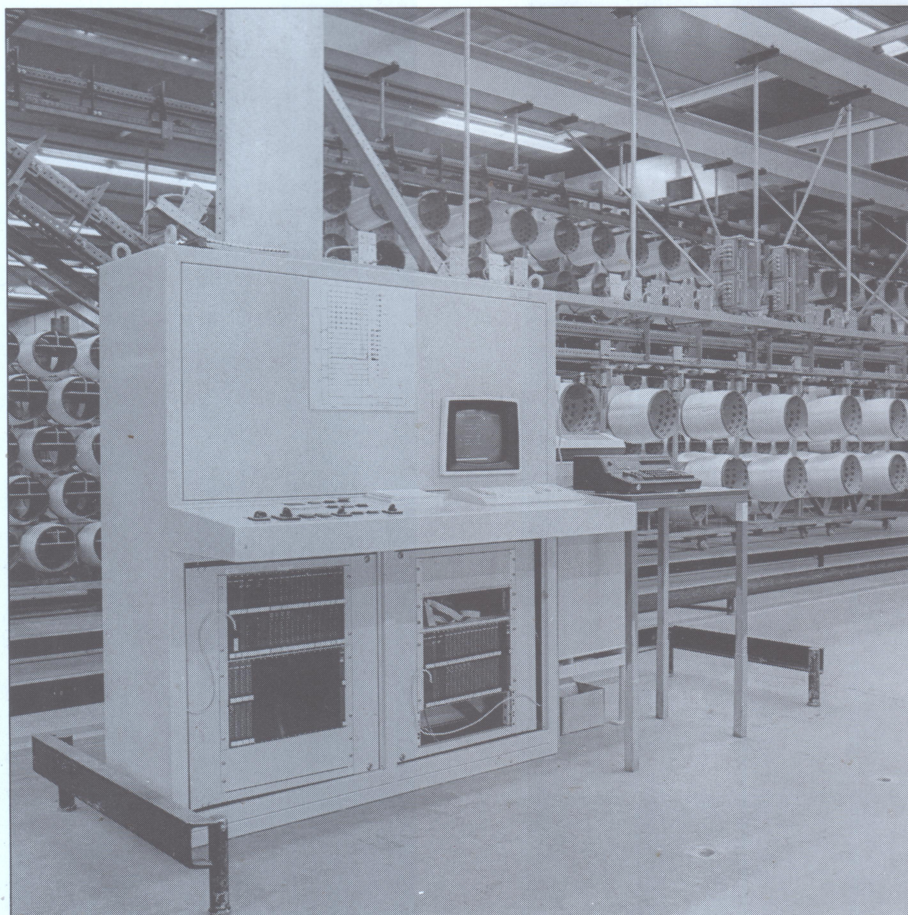


PHILIPS

Inhoud | Blz.

PLC-familie

Een PLC is een elektronisch systeem dat is ontwikkeld om machines, werktuigen en processen te besturen.
De afkorting PLC staat voor Programmable Logic Controller.
Deze drie woorden kenmerken de PLC-familie, die drie leden telt: de stamvader van de familie, de Programmable Controller PC 20, de Micro Controller MC 20 en de semi modulair opgebouwde MC 30.
Deze laatste, de MC 30, is later toegevoegd om de gebruiker in staat te stellen steeds een optimale oplossing voor zijn probleem te vinden.
Deze documentatie geeft een uitvoerige beschrijving van de drie PLC's.



Philips PLC's besturen het intern transport bij Silenka B.V. te Hoogezand.

1. INLEIDING

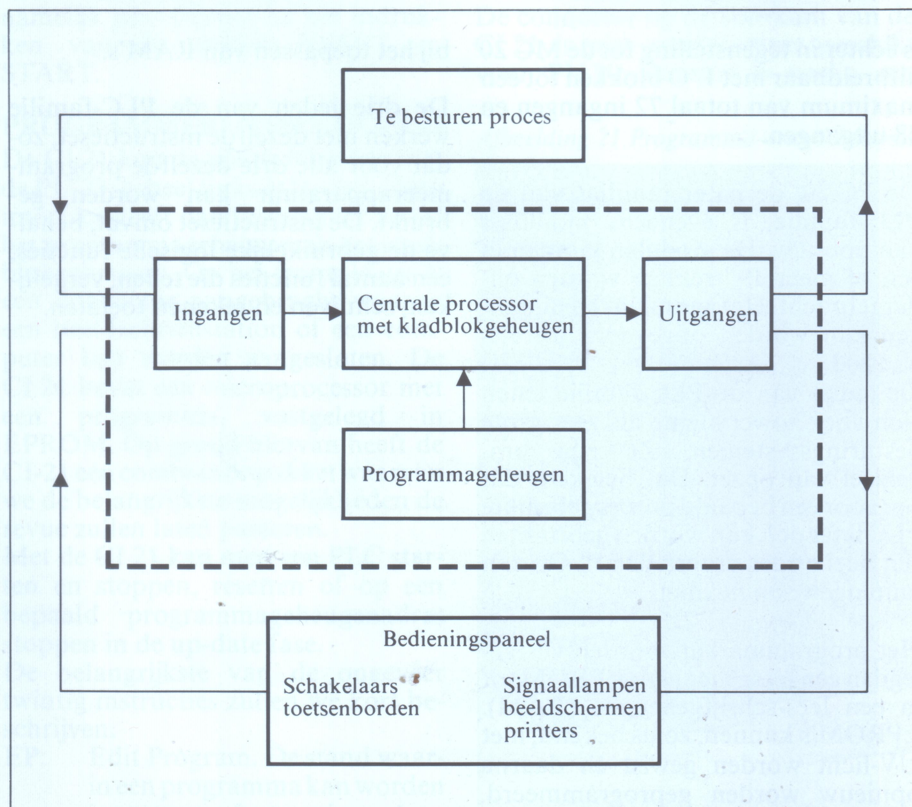
WAT IS EEN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER ?

De drie woorden Programmable, Logic en Controller geven uitstekend weer wat een PLC is.

Programmable wil zeggen dat de leden van de PLC-familie met behulp van instructies kunnen worden geprogrammeerd. Anders gezegd: het te besturen proces wordt beschreven in een programma, waartoe dat proces in kleine, overzichtelijke stukken wordt opgedeeld. Het besturingsprogramma wordt opgeslagen in het programmageheugen.

Het woord **Logic** betekent dat de PLC werkt volgens de regels van de logica, die in het midden van de vorige eeuw werden geformuleerd door de Engelse wiskundige Boole en die bekend staan als de Boole-algebra, nu ook wel schakelalgebra genoemd.

Het woord **Controller** houdt hier in, dat de PLC zowel waarneemt als bestuurt ofwel regelt. Dit wil zeggen dat de PLC op binnenkomende informatie reageert op een manier die is vastgelegd in het programma.
Daarvoor heeft de PLC een orgaan dat logische functies berekent, rekenkundige bewerkingen uitvoert en tussenuitkomsten e.d. kan opslaan. Een PLC bestaat uit vier hoofdelementen: een programmageheugen, een gegevensverwerkingseenheid met een kladblokgeheugen en de benodigde in- en uitgangen. Ze vormen de basis van elke PLC, groot of klein (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1 Blokschema PLC.

WERKING VAN DE PLC-FAMILIE

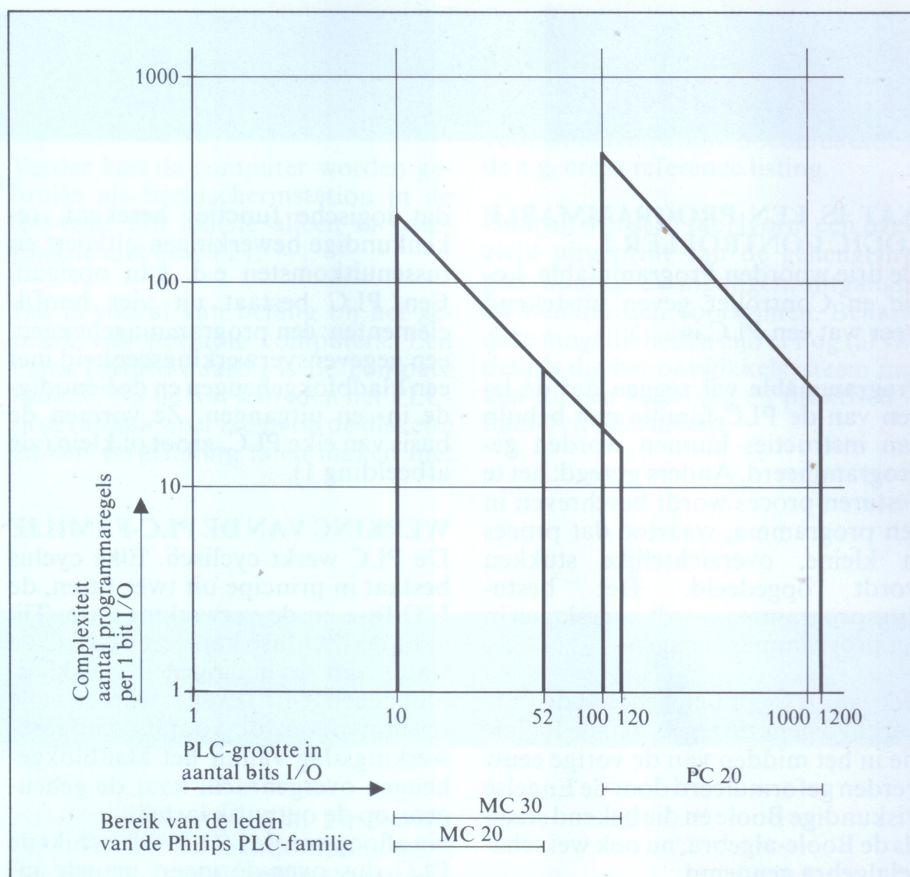
De PLC werkt cyclisch. Elke cyclus bestaat in principe uit twee fasen, de I/O-fase en de verwerkingsfase. Tijdens de I/O-fase kopieert de PLC de status van de ingangen in het kladblokgeheugen. Tevens worden alle resultaten van de voorafgaande bewerkingsslag vanuit het kladblokgeheugen overgebracht naar de geheugens op de output-kaarten.
Na afloop van de I/O-fase beschikt de PLC dus over de meest actuele informatie inzake de toestand van de ingangen en is de toestand van de uitgangen in overeenstemming met het kladblokgeheugen. Hierna begint de PLC aan de DP-fase (data processing), waarbij in beginsel het hele programma wordt afgewerkt. Een I/O-fase en een DP-fase vormen samen een cyclus. Het einde van de DP-fase wordt gemarkeerd door de instructie END.

Waar staat de Philips PLC-familie in het totaal van de systemen voor het besturen van industriële processen?
De uiteenlopende toepassingen van al deze systemen kunnen worden uitgezet langs een lijn, die de complexiteit weergeeft met van onder naar boven een toename ervan (zie afbeelding 2).
Onderaan is de complexiteit zeer gering. Complexiteit 0 wil zeggen een verbinding tussen twee punten. Daarna komen de systemen met een uiterst geringe complexiteit, zoals aan/uit-schakelaars. Geheel boven is de complexiteit zeer groot. Dat wil zeggen dat de verbanden tussen ingangen en uitgangen zeer ingewikkeld zijn.
De PC 20, de grootste van de Philips PLC-familie, kan tot ongeveer 1200 in- en uitgangen verwerken. Hieruit kan men afleiden, dat bijzonder omvangrijke processen bestuurd kunnen worden. Mocht desondanks het aantal in- en uitgangen ontoereikend zijn, dan kunnen PLC-systemen op eenvoudige wijze met elkaar gekoppeld worden. Niettemin zijn de kosten van een klein PLC-systeem dermate laag dat al bij een betrekkelijk geringe omvang - bij voorbeeld bij een tiental in- en uitgangen - de installatie van zo'n PLC lonend kan zijn. Dit alles houdt in dat de PLC-familie een zeer breed toepassingsgebied kent.

KENMERKEN VAN DE PHILIPS PLC-FAMILIE

Enige zeer gunstige eigenschappen kenmerken de leden van de PLC-familie. Speciaal voor deze PLC's zijn in de Philips fabriek in Nijmegen twee specifieke microprocessors ontwikkeld en gefabriceerd. De hoge kwaliteit van de PLC's, die ook verder geheel in Nederland worden gemaakt, wordt daardoor in sterke mate bepaald.
Het gevolg van de uniforme basis is dat gelijke instructies gelden voor de gehele familie, dus dat dezelfde software-faciliteiten en dezelfde programma-apparatuur kunnen worden toegepast.
Een kenmerk van de PLC-familie is, zoals hiervoor al werd aangestipt, de eenvoudige wijze waarop de onderlinge koppeling van de PLC's mogelijk is. Met de module RS 20 kunnen afstanden van 2000 meter worden

overbrugd. Voorts is met deze module I/O op afstand mogelijk (remote I/O).
Voor nadere gegevens zie blz. 8.
Ook analoge in- en uitgangen zijn beschikbaar. Met de krachtige instructieset is de realisatie van PID-regelkringen in de PC 20 probleemloos. Moderne automatiseringseisen maken het nodig PLC's desgewenst aan een computer te koppelen. Met de module VI 20 is zo'n koppeling reeds op vele plaatsen tot stand gebracht. Ook de CI 21 kan voor dit doel worden ingezet. Dezelfde module kan ook gebruikt worden voor de samenstelling van een operators-interface met beeldscherm en toetsenbord, welke combinatie zonder meer gebruikersvriendelijk mag worden genoemd.
Wil men behalve tekst ook grafische weergave op het beeldscherm dan kan dat met de GM 20 worden gerealiseerd.



Afbeelding 2 Toepassingsbereiken van de PLC -familie.

2. DE LEDEN VAN DE PLC-FAMILIE

De Philips PLC -familie bestaat uit drie leden, in volgorde van „grootte":
* de Micro-Controller MC 20;
* de Micro-Controller MC 30;
* de Programmable-Controller PC 20.

Aan deze namen dient geen al te absolute betekenis te worden toegekend, want uiteraard zijn ook de MC 20 en de MC 30 programmeerbaar.

De MC 20 is een complete PLC, die qua programmeringsmogelijkheden niet onder doet voor zijn grotere familieleden. De beperking van deze kleine PLC is gelegen in de in- en uitgangsmogelijkheden. De MC 20 heeft klemmenstroken met 32 ingangen en 20 uitgangen.

De hele MC 20 is ondergebracht op een enkele printplaat, met aan één kant de 32 ingangsklemmen en aan de andere kant de 20 uitgangsklemmen.

De MC 30 rekenen we ook nog tot de kleinere PLC's. De basiseenheid omvat 24 ingangen en 16 uitgangen. Deze is echter in tegenstelling tot de MC 20 uitbreidbaar met I/O blokken tot een maximum van totaal 72 ingangen en 48 uitgangen.

De PC 20, de pater familias van de PLC-familie, is eveneens modulair van opbouw. De modulen kunnen in één of meer 19"-rekken worden ondergebracht. Het aantal in- en uitgangen kan worden opgevoerd tot circa 1200.
De leden van de PLC-familie lenen zich voor zowel kleine als zeer grote besturingssystemen. Ze zijn universeel van opzet. Dat betekent dat een voor een bepaald proces gebruikte PLC later ook kan worden gebruikt in een heel ander proces. De PLC's zijn buitengewoon flexibel.

Het programma kan worden vastgelegd in een leesgeheugen (EPROM) of in een lees-schrijfgeheugen (RAM). EPROM's kunnen, zoals bekend, met UV-licht worden gewist en daarna opnieuw worden geprogrammeerd. Een nog grotere vrijheid voor het veranderen van programma's bestaat bij het toepassen van RAM's.

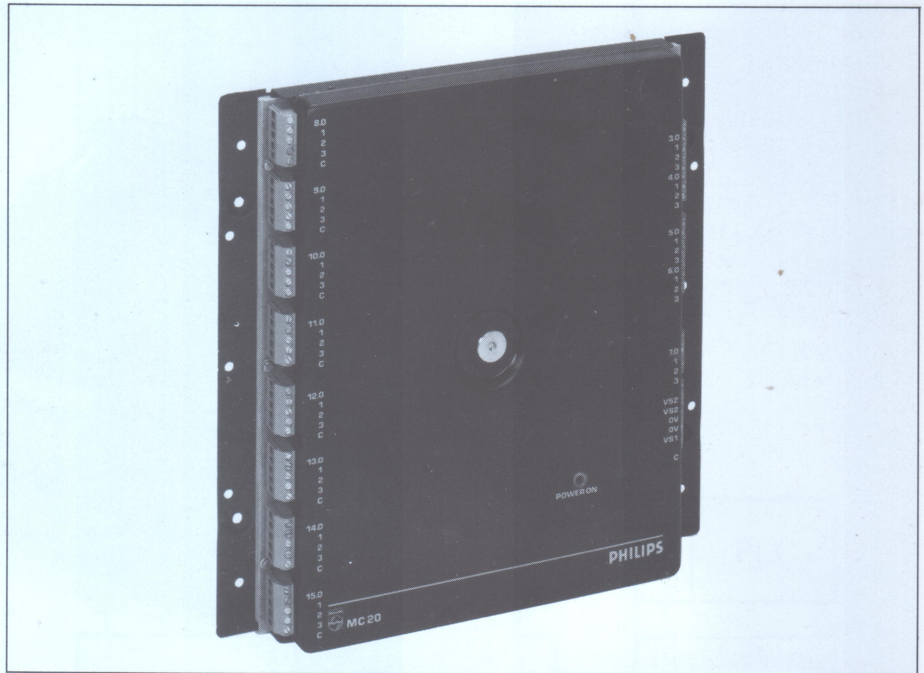
De drie leden van de PLC-familie werken met dezelfde instructieset, zodat voor alle drie dezelfde programmeerapparatuur kan worden gebruikt. De instructieset omvat, behalve de gebruikelijke logische functies, een aantal functies die tellen, vergelijken, schuiven en rekenen toelaten.

3. DE MICROCONTROLLER MC 20

De MC 20 is een volledige PLC met, zoals gezegd, 32 ingangen en 20 uitgangen (zie afbeelding 3). De ingangen zijn geschikt voor gelijkspanningssignalen van 24 V; ze zijn galvanisch gescheiden van de rest van het systeem. Een spanningsdrempel van 7 V en een vertraging van 1 ms waarborgen een hoge mate van ongevoeligheid voor storingsimpulsen.
De uitgangen van de MC 20 kunnen gelijkspanningen van 24 V schakelen, bij een stroomsterkte tot 200 mA.

De voedingsspanning van de MC 20 is 24 V gelijkspanning ± 25%. Bij het inschakelen van de voedingsspanning wordt de inhoud van het kladblokgeheugen automatisch op nul teruggesteld.

De afmetingen van de MC 20 zijn 275 x 275 x 36 mm. Er zijn voorzieningen getroffen om de PLC op een DIN-rail te kunnen monteren.



Afbeelding 3 Micro Controller MC 20.

Het programmageheugen biedt plaats aan 2 k programmaregels, die worden opgeslagen in EPROM; het data- of kladblokgeheugen omvat 2 Kbit in RAM. Het bestaat uit 512 woorden van 4 bits (zie afbeelding 4).
De MC 20 is voorzien van acht potentiometers, waarmee evenzoveel getalwaarden in 2 decaden op adressen 240 t/m 255 in het kladblokgeheugen worden opgeslagen. Deze waarden kunnen o.m. worden gebruikt voor instelling van de timers (zie hieronder „Timing en tellen met de MC 20").

GEHEUGEN INTERFACE MI 20

De MC 20 bevat een EPROM geheugen (2 k). Om die eenheid te kunnen programmeren is een geheugen interface MI 20 beschikbaar. Deze heeft een 2 k RAM geheugen en een ruimte voor het insteken van de programmeer-interface PU 23, zodat de programmeereenheid PU 20 kan worden aangesloten.
De geheugen interface MI 20 kan (tijdelijk) op de MC 20 worden bevestigd met een kartelschroef. De elektrische verbinding tussen de beide modulen wordt met een bandkabel tot stand gebracht.
Op het voorpaneel van de MI 20 bevindt zich een drukknop waarmee gekozen kan worden tussen RAM en EPROM. Een tweetal LED's geeft aan welk van beide geheugentypen actief is. Op deze manier kan een programma op de MC 20 ook in RAM getest worden voor men overgaat tot het inbranden van de EPROM's.

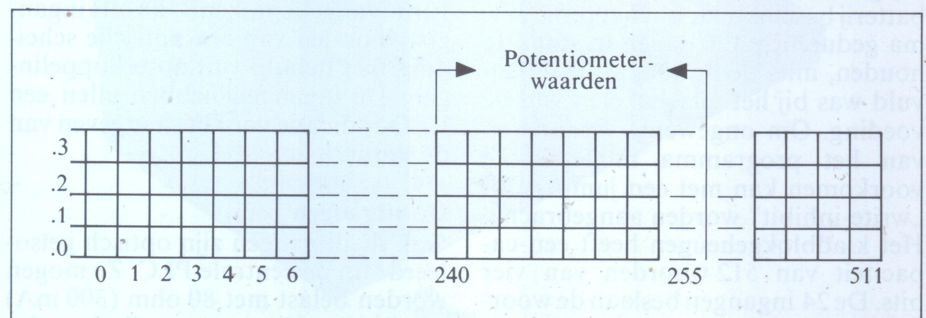
TIMING EN TELLEN MET DE MC 20

De functies „timing" en tellen worden met behulp van het programma gerealiseerd op willekeurige adressen in het kladblokgeheugen.
In de instructieset komen twee telinstructies voor, namelijk „count-up" en „count-down". Hiermee kan men tellers van een willekeurige omvang maken; met andere woorden: het aantal decaden per teller is niet beperkt.
Als men uitwendige verschijnselen telt, bij voorbeeld het aantal impulsen dat een fotocel afgeeft, spreekt men van een teller. Telt men daarentegen impulsen van een ingebouwde klok, dan is sprake van een timer.
Er zijn drie manieren om timers en tellers een voorinstelling te geven.

a. *In het programma.* Men slaat dan getallen op in het programmageheugen met de instructie „FETCH CONSTANT". Het spreekt vanzelf dat deze waarden niet onmiddellijk kunnen worden veranderd want ze zijn vastgelegd in een EPROM.

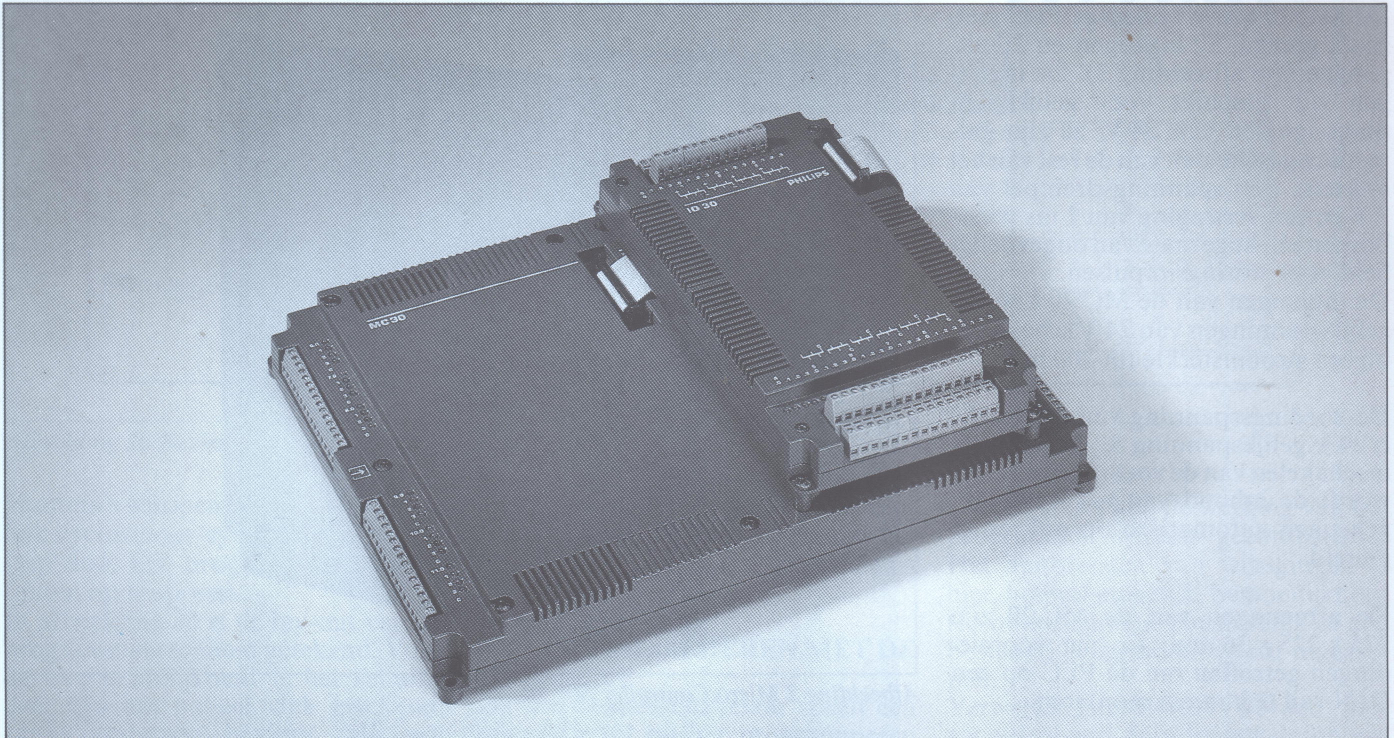
b. *Met duimwielschakelaars.* Dit geeft een uiterst flexibele oplossing, maar er wordt wel beslag gelegd op een aantal ingangsklemmen. Met behulp van enige software en multiplexing via de uitgangen kan deze aanslag op de I/O-capaciteit echter enigszins worden beperkt.

c. *Met ingebouwde potentiometers.* Ook dit is een flexibele oplossing. Deze instellingsmogelijkheid is vooral bedoeld voor timers, die onafhankelijk van het programma nastelbaar moeten zijn.



Afbeelding 4 Het kladblokgeheugen van de MC 20.

4. DE MICRO CONTROLLER MC 30



Afbeelding 5 Micro Controller MC 30.

De MC 30 is een complete Micro Controller op één kaart met 24 ingangen en 16 uitgangen, een programmageheugen voor 2 k instructies en een kladblokgeheugen (datageheugen) van 512 woorden van 4 bits. In tegenstelling tot de MC 20 is de MC 30 voorzien van een ingebouwde programmeer-interface. Bovendien kan de MC 30 met twee „blokken" worden uitgebreid. Dit kunnen de blokken IO 30 zijn. In dat geval is de max. IO-capaciteit 120. Men kan echter ook kiezen voor de IO 31 (zwaardere uitgangen) of in de toekomst voor de computer-interface CI 30.
Het programmageheugen van de MC 30 heeft een capaciteit van 2 k 16. De gebruiker kan kiezen uit CMOS-RAM, EPROM of EEPROM.

Bij gebruik van CMOS-RAM is een batterij beschikbaar om het programma gedurende 120 dagen in stand te houden, mits de batterij volledig gevuld was bij het uitschakelen van de voeding. Om ongewenst veranderen van het programma in RAM te voorkomen kan met een jumper een „write-inhibit" worden aangebracht.
Het kladblokgeheugen heeft een capaciteit van 512 woorden van vier bits. De 24 ingangen beslaan de woorden 6 t/m 11.
De 16 uitgangen liggen op 12 t/m 15.
De eerste woorden (0 en 1) bevatten speciale bits, zoals overflow bij rekenkundige bewerking, alarmbit voor onderspanning en vijf kristalgestuurde klokken van resp. 1, 10, 100, 1000 en 10.000 msec.
Het kladblokgeheugen is uiteraard vluchtig. Met dezelfde batterij waarmee het programmageheugen wordt ondersteund, wordt ook een helft van de inhoud van het kladblok bewaard. Hiervoor is de helft met de hoogste adressen gekozen. Heeft men data die na spanningsuitval nog nodig is, dan moet die op de adressen 256 en volgende worden opgeslagen.

De ingangen
Om storingen te onderdrukken zijn er in de ingangen storingsdrempels van 7 V ingebouwd. Bovendien is een filter aangebracht met een vertraging vam 1 ms. Vanzelfsprekend zijn alle ingangen voorzien van een optische scheiding met behulp van opto-koppelingen. De ingangen hebben allen een LED-indicatie voor het aangeven van de status.

De uitgangen
Ook de uitgangen zijn optisch geïsoleerd van de centrale PLC. Ze mogen worden belast met 80 ohm (300 mA) en zijn voorzien van een diode zodat zonder bezwaar inductieve belasting kan worden aangesloten. Vanzelfsprekend zijn ook de uitgangen uitgerust met een status-LED.
De tellers en timers worden evenals bij de overige typen uit de Philips PLC-reeks, met software gerealiseerd.
De instructieset is dezelfde als van de PC 20, dus verwijzen we daarvoor naar hoofdstuk 6.

Uitbreidingsblokken
Als de capaciteit van de MC 30, 40 I-O, onvoldoende is kunnen IO-blokken worden toegevoegd.

IO 30: 24 ingangen, 16 uitgangen. Deze I-O is nauwkeurig van dezelfde specificatie als de I-O van de MC 30.
Er zijn maximaal 2 blokken toe te voegen, zodat de maximum capaciteit uitkomt op 120 I-O.
De blokken worden op de MC 30 geschroefd en elektrisch met de MC verbonden door middel van een bandkabel, de Bus-Interface.
De BI 30 bij het gebruik van één blok en de BI 31 als er twee I-O blokken worden toegepast.

IO 31: 12 ingangen, 8 uitgangen. Deze uitgangen zijn belastbaar met 24 ohm (1 A).

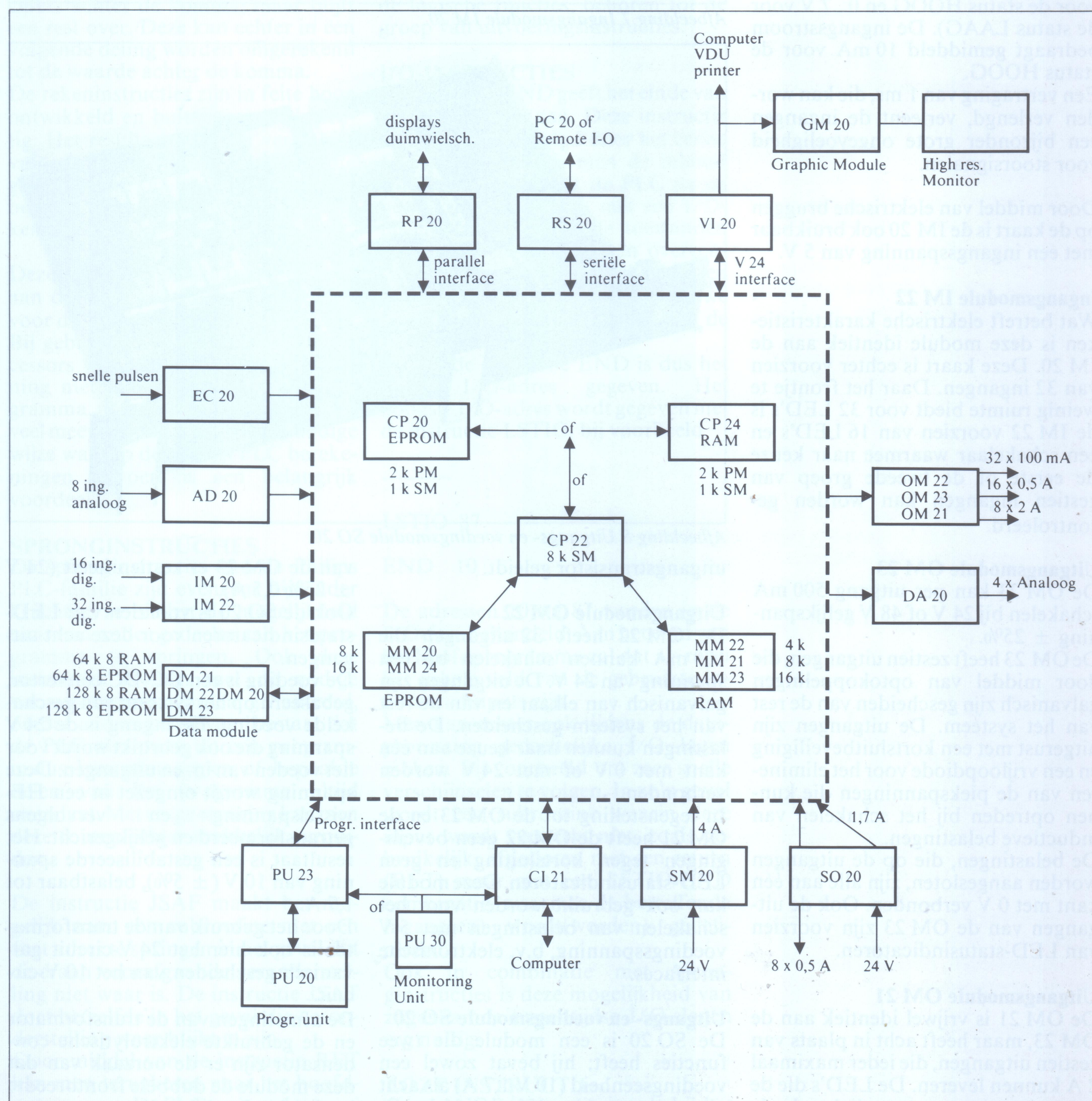
5. DE MODULES VAN DE PC 20

De PC 20 wordt samengesteld uit modules.
Elke module bestaat uit een afgeronde schakeling, bij voorbeeld een aantal in- of uitgangen, een centrale verwerkingseenheid of een „interface".

Tot het PC 20-systeem behoren ook rekken met gemonteerd backpanel.
In dat rek zijn drie vaste plaatsen gereserveerd voor: Programmeer-interface (CI 21 of PU 23), Centrale Processor (CP) en programmageheugen (MM).

De overige posities in het rek, totaal nog 18, zijn vrij te kiezen voor in- en uitgangskaarten.
Het heeft voordelen de voedingsmodule (SO 20 of SM 20) naast de Centrale Processor te plaatsen. Dit met het oog op alarmering indien de primaire spanning (24 V) te laag wordt.

Afbeelding 6 geeft een overzicht van een groot aantal PLC-modulen.
Links staan de ingangen aangegeven.
We onderscheiden digitale en analoge ingangen.
Ook de EC 20, een externe teller, hebben we als ingang aangemerkt.
Aan de bovenzijde zijn een drietal interfaces getekend. Rechts staan de uitgangen. Onderaan zijn de voedingen en de programmeereenheden samengevat.
Behalve deze „elektronische eenheden" zijn er vele accessoires die aan het slot van dit hoofdstuk zullen worden beschreven.



Afbeelding 6 Overzicht PC 20 modules.

Nu eerst een beknopte beschrijving van de verschillende modules.

IN- EN UITGANGSMODULES

Ingangsmodule IM 20

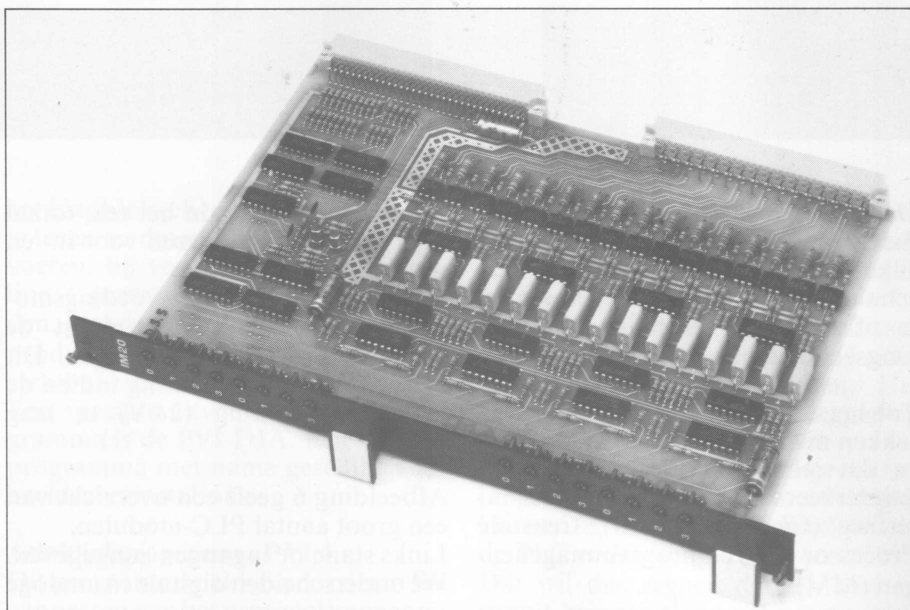
Deze eenheid, afb. 7, heeft zestien identieke ingangen die door middel van optokoppelingen galvanisch van elkaar en van de rest van het PLC-systeem zijn gescheiden.

Aan de voorkant, die zichtbaar is als de module in de kast is geschoven, bevinden zich zestien LED's die de status van de ingangen aangeven. Ter besparing van energie, bij voorbeeld bij batterijvoeding, kunnen deze echter worden uitgeschakeld.

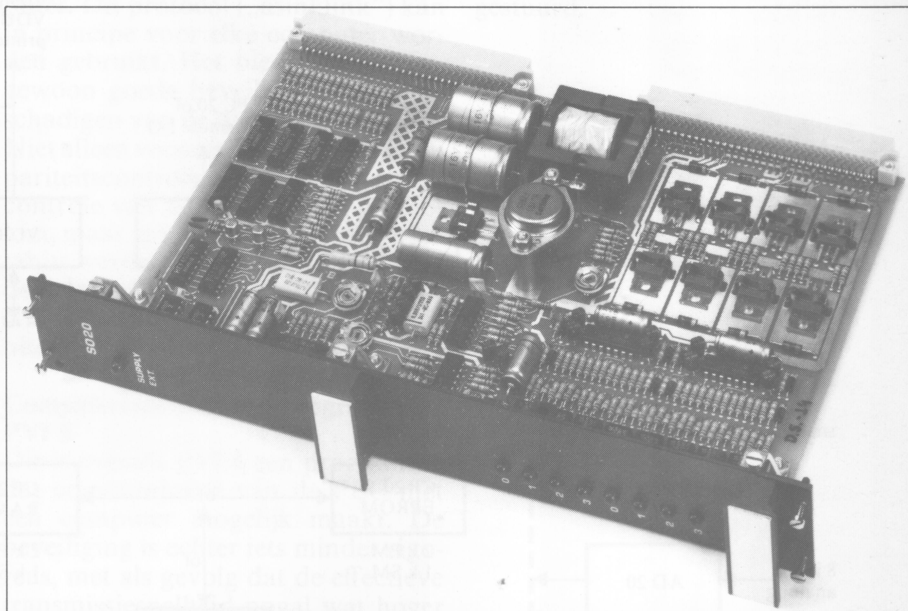
De ingangen moeten worden gevoed uit een 24 V-systeem, maar de ingangsspanning is niet kritisch (24 V gelijkspanning ± 25% ofwel 18...30 V voor de status HOOG en 0...7 V voor de status LAAG). De ingangsstroom bedraagt gemiddeld 10 mA voor de status HOOG.

Een vertraging van 1 ms, die kan worden verlengd, verleent de ingangen een bijzonder grote ongevoeligheid voor stoorsignalen.

Door middel van elektrische bruggen op de kaart is de IM 20 ook bruikbaar met een ingangsspanning van 5 V.



Afbeelding 7 Ingangsmodule IM 20.



Afbeelding 8 Uitgangs- en voedingsmodule SO 20.

Ingangsmodule IM 22

Wat betreft elektrische karakteristieken is deze module identiek aan de IM 20. Deze kaart is echter voorzien van 32 ingangen. Daar het frontje te weinig ruimte biedt voor 32 LED's is de IM 22 voorzien van 16 LED's en een schakelaar waarmee naar keuze de eerste of de tweede groep van zestien ingangen kan worden gecontroleerd.

Uitgangsmodule OM 23

De OM 23 kan per uitgang 500 mA schakelen bij 24 V of 48 V gelijkspanning ± 25%.

De OM 23 heeft zestien uitgangen, die door middel van optokoppelingen galvanisch zijn gescheiden van de rest van het systeem. De uitgangen zijn uitgerust met een kortsluitbeveiliging en een vrijloopdiode voor het elimineren van de piekspanningen die kunnen optreden bij het schakelen van inductieve belastingen.

De belastingen, die op de uitgangen worden aangesloten, zijn alle aan één kant met 0 V verbonden. Ook de uitgangen van de OM 23 zijn voorzien van LED-statusindicatoren.

Uitgangsmodule OM 21

De OM 21 is vrijwel identiek aan de OM 23, maar heeft acht in plaats van zestien uitgangen, die ieder maximaal 2 A kunnen leveren. De LED's die de status aangeven, geven licht als de uitgangstransistor geleidt.

Uitgangsmodule OM 22

De OM 22 heeft 32 uitgangen die 100 mA kunnen schakelen bij een spanning van 24 V. De uitgangen zijn galvanisch van elkaar en van de rest van het systeem gescheiden. De belastingen kunnen naar keuze aan één kant met 0 V of met 24 V worden verbonden.

In tegenstelling tot de OM 23 en de OM 21 heeft de OM 22 geen beveiligingen tegen kortsluiting en geen LED-statusindicatoren. Deze module kan ook gebruikt worden voor het schakelen van belastingen met 5 V voedingsspanning, b.v. elektronische interfaces.

Uitgangs- en voedingsmodule SO 20

De SO 20 is een module die twee functies heeft; hij bevat zowel een voedingseenheid (10 V 1,7 A) als acht uitgangen van hetzelfde type als waarvan de OM 23 er zestien heeft (24 V ± 25% 0,5 A).

Ook de SO 20 is voorzien van LED-statusindicatoren voor deze acht uitgangen.

De voeding is een DC-DC convertor, gebaseerd op het systeem van geschakelde voeding. De ingang is de 24 V spanning die ook gebruikt wordt voor het voeden van in- en uitgangen. Deze spanning wordt omgezet in een HF-wisselspanning en vervolgens getransformeerd en gelijkgericht. Het resultaat is een gestabiliseerde spanning van 10 V (± 5%), belastbaar tot 1,7 A.

Door het gebruik van de transformator is ook hier het 24 V-circuit galvanisch gescheiden van het 10 V-circuit.

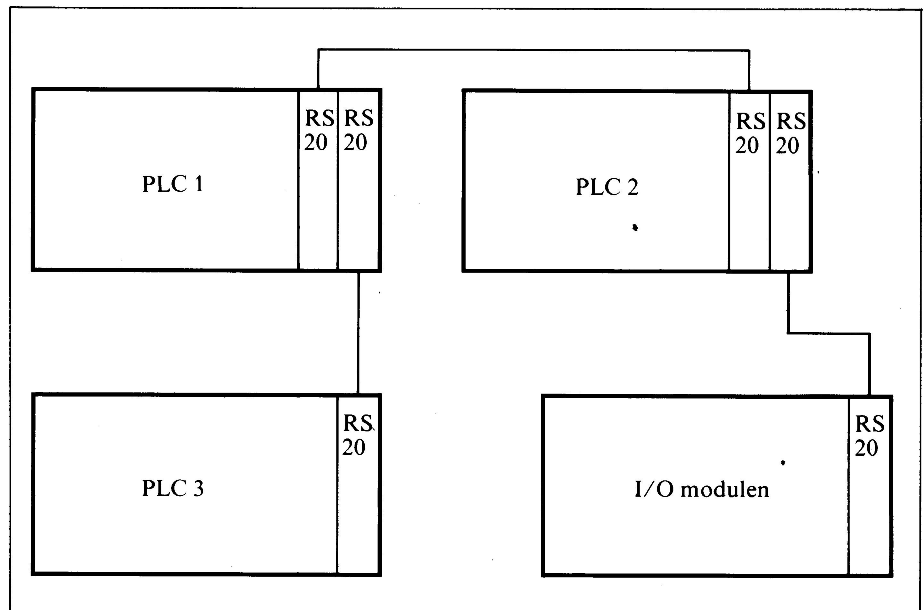
De afmetingen van de transformator en de gebruikte elektrolytische condensator zijn er de oorzaak van dat deze module de dubbele frontbreedte heeft (zie afbeelding 8).

Voedingsmodule SM 20
Voor de voeding van grotere PLC-systemen is de module SM 20 beschikbaar. Voor wat betreft de funktie is deze identiek aan de SO 20. De acht uitgangen zijn hier weggelaten. Daarentegen kan de voeding 4 A leveren. Hiermee is in het algemeen een volledig 19 inch rek met 19 modulen te voeden. Zo nodig kan men meerdere SM 20 modulen parallel schakelen.

Parallel-interface RP 20
De RP 20 is een parallel-interface voor numerieke datatransmissie in beide richtingen; de letters RP staan voor Remote Parallel. Op deze module kunnen numerieke „signaalgevers" en „ontvangers" worden aangesloten die gebruik maken van een parallelcode. Dat kunnen duimwielschakelaars zijn en cijferindicatoren b.v. 7 segment-displays. De databus heeft een breedte van acht bits.
Op de RP 20 zijn zestien achtbits registers voorhanden, waardoor op één module maximaal zestien achtbits signaalgevers of -ontvangers kunnen worden aangesloten, of 32 vierbits signaalgevers (dat is bij voorbeeld het geval bij duimwielschakelaars). Het is mogelijk op één kaart zowel signaalgevers als -ontvangers aan te sluiten, bij voorbeeld een combinatie van duimwielschakelaars en displays.

De afstand tussen deze elementen en de PLC mag ten hoogste enkele tientallen meters zijn.
Zo nodig kunnen in een PLC verscheidene van deze modulen worden gebruikt.

Seriële-interface RS 20
De RS 20 is de tegenhanger van de RP 20 voor seriële data. Ook deze module kan in beide richtingen werken, dat wil zeggen zowel data ontvangen als zenden (de letters RS staan voor Remote Serial). De transmissiesnelheid is 400.000 bits per seconde, een zeer hoge snelheid die een bandbreedte in het MHz-gebied vereist. Daarom dient als verbinding tussen PLC's een coaxiale kabel of twee ineen gedraaide aders in een afscherming te worden gebruikt: bij gebruik van een coaxkabel kan een afstand van 2000 m worden overbrugd.
De RS 20 kan worden gebruikt voor het koppelen van de PC 20 met een andere PC 20 die zich op afstand bevindt. Een andere mogelijkheid is op afstand een rek te plaatsen voor uitsluitend I/O's, met maximaal 256 één bits in- en uitgangskanalen, alsmede een RS 20, waarvan de in- en uitgangsgegevens serieel worden overgebracht naar de PLC. In plaats van enige honderden aders kan men dan gebruik maken van een enkele (coaxiale) verbinding. Behalve digitale in- en uitgangen kunnen via de RS 20-kaart ook analoge en numerieke in- en uitgangen (RP 20) op de PC 20 worden aangesloten. Er kunnen verscheidene RS 20's in het „master"-systeem worden opgenomen voor even zovele „slaves", die zowel actief als passief kunnen zijn. Afbeelding 9 geeft een voorbeeld van zo'n netwerk



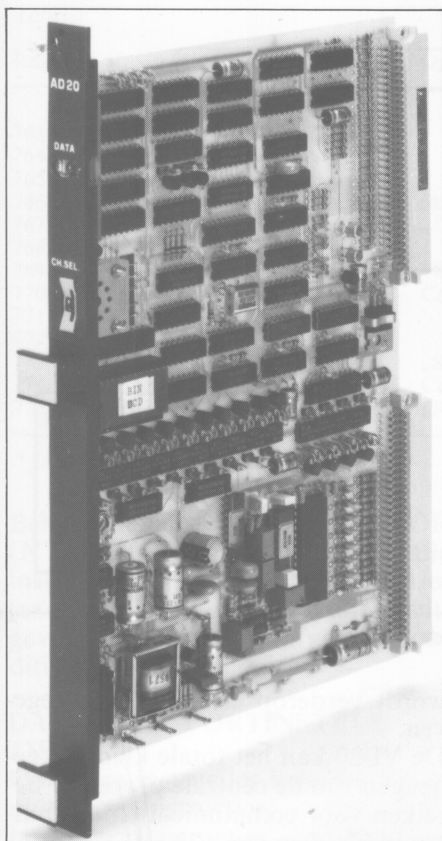
Afbeelding 9 Een voorbeeld van drie gekoppelde PLC's.

Seriële-interface VI 20
Deze seriële-interface is speciaal bedoeld voor het koppelen van een PLC met standaard-randapparatuur zoals beeldschermstations, printers en computersystemen. Uiteraard is ook deze module geschikt voor tweerichtingsverkeer. In vergelijking met de andere seriële-interface, de RS 20, heeft de VI 20 een hogere intelligentie, mede dank zij het feit dat hij dezelfde twee microprocessors aan boord heeft als de CP 20 (waarover straks meer), plus een programmageheugen (EPROM) met een capaciteit van 2 k programmaregels.
Door deze opzet ontlast de VI 20 de PLC van de tijdrovende seriële communicatie. De cyclustijd van de PLC blijft hierdoor kort.

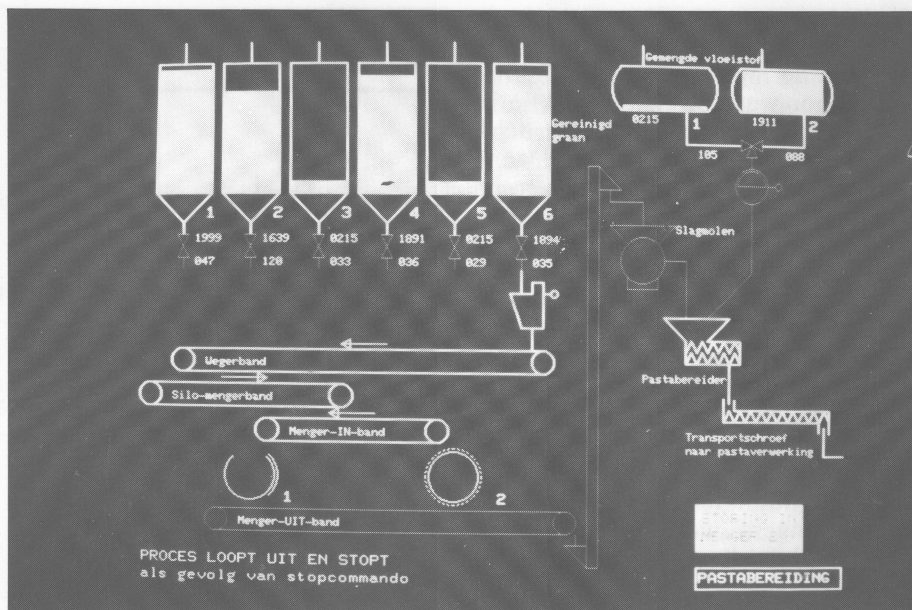
De in- en uitgangen van de VI 20 voldoen aan de norm RS 449/423, die de norm RS 232 C overlapt. Het protocol voor de overdracht kan door de gebruiker zelf worden vastgelegd in de EPROM van de VI 20, waarvoor hij dezelfde programmeerapparatuur nodig heeft als voor het programmeren van de PC 20. Philips heeft de programma's voor een aantal standaard overdrachtprotocollen beschikbaar. Deze worden geleverd in EPROM. Van deze programma's wordt verderop een overzicht gegeven.
De VI-20 kan het totale kladblokgeheugen van de centrale processor bereiken voor communicatie naar buiten in blokken van 128 bits.
De VI 20 is ook geschikt voor intern gebruik in de PLC, om daarin bepaalde taken van de centrale verwerkingseenheid over te nemen, zoals complex rekenwerk. Dit is o.a. het geval als de VI 20 wordt gebruikt als co-processor voor PID regelingen.
Ook is de VI 20 in staat met ASCII-codes te werken en op die wijze printers en beeldschermstations aan te sturen. De teksten voor b.v. een storingsprinter kunnen in de VI 20 worden vastgelegd. Ook het communiceren met de operator via een VDU in dialoogvorm behoort tot de mogelijkheden.

Analoge ingangsmodule AD 20
Deze module is in staat acht analoge ingangssignalen om te zetten in BCD-codes met elk 3 decaden.
De ingangssignalen kunnen worden aangeboden in de vorm van spanning (0-10 V) of stroom (0-20 mA of 4-20 mA). De keuze wordt gemaakt door middel van jumpers op de kaart
De gedigitaliseerde ingangswaarden worden vervolgens opgeslagen in het kladblokgeheugen van de PLC. Dank zij de BCD-vorm kan deze informatie rechtstreeks door de PLC worden verwerkt.
De letters AD staan voor Analoog-Digitaal.

Analoge uitgangsmodule DA 20
De DA 20 (de letters staan voor Digitaal-Analoog) kan vier waarden van elk drie decaden, opgeslagen in het kladblokgeheugen van de PLC, omzetten in analoge signalen. Ook dit



Afbeelding 10
Analoge ingangsmodule AD 20.



Afbeelding 11 Voorbeeld van een processchema.

gebeurt met de gebruikelijke standaardsignalen, zoals gedefinieerd bij de AD 20.

Electronic Counter EC 20
Hoewel de PC 20 een zeer snelle PLC is, met een typische cyclustijd van 1 msec. per 1 K instructies, zijn er soms snelle verschijnselen waarvoor zelfs de PC 20 te traag is. Dit komt voor bij het meten van omwentelingssnelheden van een machine-as of het tellen van zeer kleine produkten.
Daarvoor is de EC 20 ontwikkeld, een hardware teller van 3 decaden die een ingangssignaal met een frequentie tot 35 kHz kan verwerken. Bovendien is de ingang richtinggevoelig te maken, door twee opnemers aan te sluiten met 90° faseverschuiving. Op de kaart is tevens een drie decaden referentieregister aanwezig. Dat register kan vanuit de PC 20 worden geladen met de gewenste waarde. Ook een hardware vergelijker is op de kaart aangebracht. Indien een teller van meer dan drie decaden gewenst is, dan kan dat. De vierde en volgende decaden kunnen met het PLC-programma worden gerealiseerd.
Er is een carry-puls voorhanden als uitgang van de derde decade.

Loop Controller LC 20
De LC 20 is in feite een VI 20 met een PID-programma. De EPROM's zijn geladen met een zeer uitgebreid regelprogramma. Met één AD 20 en 2 DA 20 modulen en een LC 20 kan een achttal regelkringen worden gerealiseerd (zie ook PVI 8).

GM 20
De grafische module GM 20 maakt het mogelijk het proces of de machine die door de PLC wordt bestuurd ook grafisch weer te geven. Een voorbeeld daarvan is te zien op afbeelding 11.
De GM 20 heeft twee videogeheugens van 10^6 bits, zodat er monitors met hoge resolutie kunnen worden gebruikt. We kozen voor een beeldherhalingsfrequentie van 68 Hz, zodat een absoluut flikkervrij beeld ontstaat.
Het gebruik van twee afzonderlijke videogeheugens levert een aantal keuzemogelijkheden op:

1. Twee monochroom monitors met elk een eigen beeld. Men kan denken aan een overzichtsbeeld en bepaalde details daarvan op de tweede monitor, b.v. in geval van storing.
2. Een monochroom monitor met drie grijstinten.
3. Een kleuren monitor met drie kleuren.

Het programmageheugen van de GM 20 is 48 K 8 groot. Daarin kunnen ca. 25 beelden worden opgeslagen.
De programmering kan plaatsvinden met een personal computer via een connector aan de voorzijde van de module.
De sturing van de variabelen gebeurt via een VI 20. Deze vormt de verbinding tussen de PLC en het datageheugen van de GM 20.
De module heeft een dubbele breedte.

CENTRALE PROCESSORS
Centrale verwerkingseenheid CP 20
Deze centrale verwerkingseenheid is vooral bedoeld voor kleine PLC-systemen. De module bevat twee speciaal voor dit doel ontwikkelde microprocessors, een kladblokgeheugen (RAM) met een capaciteit van 256 woorden van vier bits en een programmageheugen (EPROM) met een capaciteit van 2 K woorden van 16 bits.

Centrale verwerkingseenheid CP 24
Deze module is vrijwel identiek aan de CP 20. De CP 24 heeft dezelfde microprocessors en hetzelfde kladblokgeheugen, maar in plaats van in EPROM wordt het programma vastgelegd in 2 K RAM. Het programma kan gemakkelijk worden gewijzigd. Dit is dus ideaal in gevallen waarin een besturingsprogramma in ontwikkeling is en men de vrijheid wil hebben in korte tijd veranderingen aan te brengen.
Een nadeel van een RAM-geheugen is dat het zijn inhoud verliest als de spanning wegvalt. Daarom is op de printplaat een batterij aangebracht die in dat geval de voeding kan overnemen. Deze batterij kan het RAM-geheugen gedurende maximaal veertig uur voeden, een periode die meestal wel voldoende is om de normale voedingsspanningstoevoer te herstellen. Bovendien is er een voorziening getroffen die het mogelijk maakt de capaciteit uit te breiden door middel van externe batterijen.
Evenals de CP 20 is de CP 24 vooral bedoeld voor kleine PLC's.

Centrale verwerkingseenheid CP 22
Deze centrale verwerkingseenheid is in de eerste plaats bestemd voor grotere PLC systemen. De module heeft een groter kladblokgeheugen dan de CP 20 en de CP 24, namelijk 2 K woor-

den van 4 bits, maar hij heeft geen programmageheugen. Voor dat laatste moeten dus extra modules worden gebruikt, en wel de MM modules, die wij hierna zullen beschrijven.
De organisatie van het kladblokgeheugen is geïllustreerd in afbeelding 13. Het bestaat uit vier „pagina's" van 512 woorden, elk van vier bits; in totaal dus 8192 bits. Stel nu dat men bit 0 van woord 138 op pagina 0 wil opvragen. Dit wordt dan geprogrammeerd als 138.0, dus met een punt tussen 138 en 0. De derde bit van dit woord (op pagina 0) kan men dus programmeren met 138.2. In totaal bevat de eerste pagina 4 x 512 = 2048 bits, die door de programmateller individueel kunnen worden geadresseerd.
Programmeert men daarentegen het getal 1380, dus zonder punt, dan wordt het hele vierbits woord met het adres 380 van pagina 1 geadresseerd. Deze methode is gekozen omdat de adresseercapaciteit van de PC 20 slechts 11 bits is en dus reikt tot 2048. Door het weglaten van paginanummer 0 kan men op deze pagina alle bits bereiken. Op de volgende pagina's waar men 1, 2 en 3 niet weg kan laten kan men dus alleen op woordniveau adresseren.
Dit betekent dat een PLC kan worden gerealiseerd met 2048 in- en uitgangen van telkens één bit. Deze 2048 bits kunnen worden opgeslagen op pagina 0 van het kladblokgeheugen. Praktisch ligt dit aantal in- en uitgangen lager, omdat enkele woorden in het kladblokgeheugen voor speciale doeleinden zijn gereserveerd (zie tabel 1). Bovendien zijn er altijd plaatsen nodig voor tijdelijke opslag van 1 bits-informatie. Ook de capaciteit van het programmageheugen legt een beperking op in die zin dat in de praktijk de grens voor I/O bij circa 1200 zal liggen. De pagina's 1, 2 en 3 hebben een capaciteit van 3 x 512 woorden = 1536 woorden. Dit is de ruimte die beschikbaar is voor het opslaan van decades en andere vierbits data.

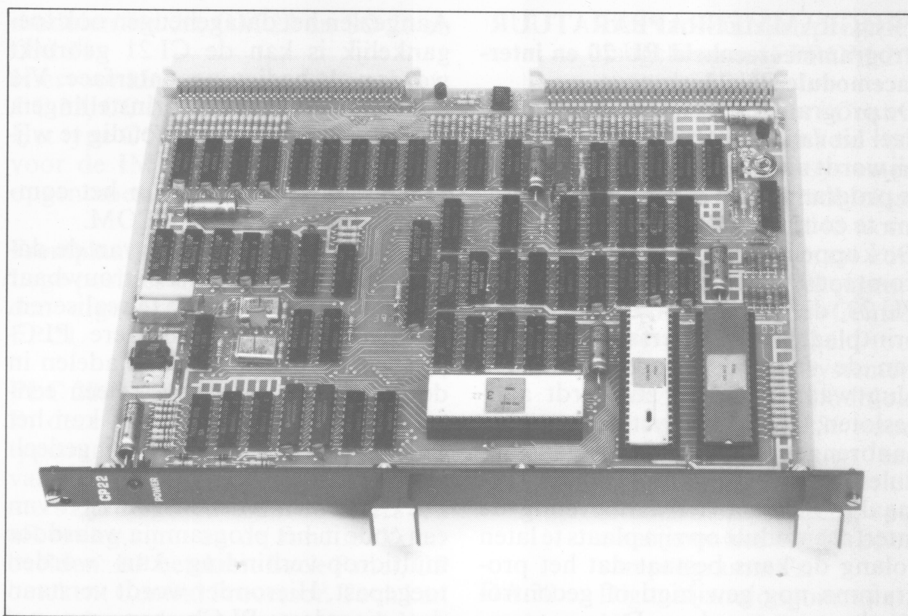
Tabel 1

Functie van de kladgeheugenadressen 0 en 1

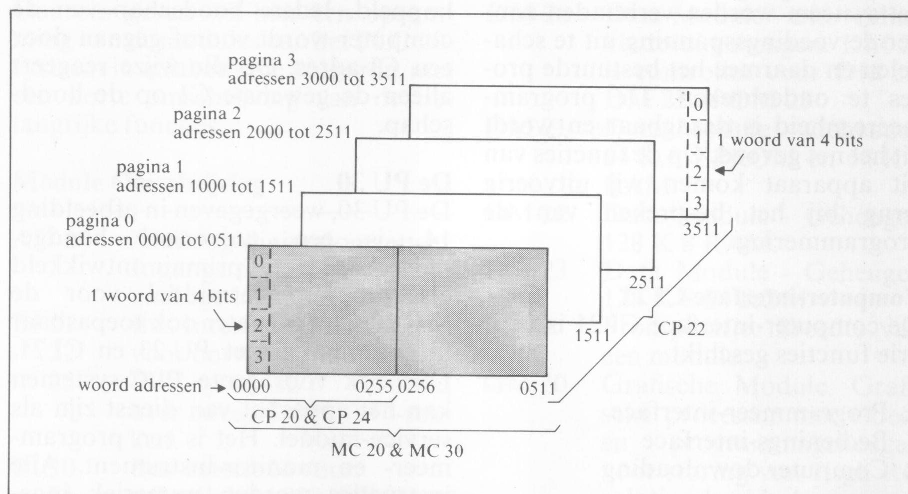
0.0 =	Overflow bit; reageert op rekenkundige bewerkingen.
0.1 =	Altijd "1" signaal.
0.2 =	Alarm, voedingsspanning van de SO 20 of SM 20 is kleiner dan 17,5 V.
0.3 =	Blokgolf met een herhalingstijd van 10 ms.
1.0 =	Blokgolf met een herhalingstijd van 100 ms.
1.1 =	Blokgolf met een herhalingstijd van 1 s.
1.2 =	Blokgolf met een herhalingstijd van 10 s.
1.3 =	Blokgolf met een herhalingstijd van 60 s.

In de MC 20 en MC 30 geeft bit 1.3 een blokgolf met een herhalingstijd van 1 ms in plaats van 60 s.

Programmageheugens (MM)
De centrale verwerkingseenheid CP 22 heeft geen programmageheugen „on board". Bij toepassing van



Afbeelding 12 Centrale processor CP 22.



Afbeelding 13 Organisatie van het kladblokgeheugen.

deze module is dus een afzonderlijk programmageheugen nodig, waarbij kan worden gekozen uit de typen MM 20, MM 21, MM 22, MM 23 of MM 25.
Hieronder volgt een opsomming van de verschillende modulen:

RAM-geheugens:
MM 22 4 K 16
MM 21 8 K 16
MM 23 16 K 16

EPROM-geheugens:
MM 20 8 K 16
MM 25 16 K 16

Met de geheugens van 16 K kunnen besturingen tot ca. 1200 I - O worden gebouwd.
De RAM-geheugens zijn allemaal met een batterij uitgerust.

Data Modules DM
In toenemende mate wordt de PLC gebruikt voor dataverwerking. Analoge meetwaarden worden opgeslagen en verwerkt. Maar ook recepten worden in de PLC opgeslagen. Tot voor kort stuitte dat op twee bezwaren: de capaciteit van het datageheugen in een PLC was veelal te klein en er was geen mogelijkheid voor geïndexeerde adressering.
Met de DM-familie is dit probleem in de PC 20 opgelost.
De DM 20 biedt een datageheugenuitbreiding tot max. 1 M 8.
Door software adressering kan in het PLC-programma de bestemming in de DM worden opgegeven, waarmee geïndexeerde adressering bereikt is.

DM 20	Controller
DM 21	64 K 8 RAM + 64 K 8 EPROM
DM 22	128 K 8 RAM
DM 23	128 K 8 EPROM

De DM 20 wordt dus altijd gecombineerd met minstens een der andere kaarten. Maximaal mogen 8 kaarten worden gebruikt.

PROGRAMMEERAPPARATUUR

Programmeereenheid PU 20 en interfacemodule PU 23

De programmeereenheid maakt geen deel uit van een in bedrijf zijnde PLC; hij wordt uitsluitend gebruikt om deze te programmeren of om het programma te controleren (monitorfunctie).

De koppeling met het PC 20-systeem komt tot stand via de interfacemodule PU 23, die is uitgevoerd als insteekprintplaat. Deze interfacemodule is aan de voorzijde voorzien van een plug waarop de PU 20 wordt aangesloten. Omdat het systeem voor het aanbrengen of verwijderen van modules spanningsloos moet worden gemaakt, verdient het aanbeveling de interfacemodule op zijn plaats te laten zolang de kans bestaat dat het programma nog gewijzigd of gecontroleerd moet worden. De programmeereenheid kan dan eenvoudig met het systeem worden verbonden zonder de voedingsspanning uit te schakelen en daarmee het bestuurde proces te onderbreken. De programmeereenheid is draagbaar en wordt uit het net gevoed. Op de functies van dit apparaat komen wij uitvoerig terug bij het bespreken van de programmering.

Computer-interface CI 21

De computer-interface CI 21 is voor drie functies geschikt.

a. Programmeer-interface
b. Bedienings-interface
c. Computer downloading

De CI 21 bevat een microprocessor en een programmageheugen in EPROM. De kaart wordt bij gebruik in de meest linkse positie van het rek gestoken. De plaats waar ook de PU 23 kan worden gebruikt.

De CI 21 heeft als interface een eigen instructiepakket, waarover meer in hoofdstuk 8.

Als programmeer-interface gebruikt kan men nu een beeldschermstation op het front aansluiten. Men heeft toegang (lezen en schrijven) tot zowel het programma- als het datageheugen.

Ook kan men gebruik maken van een personal computer in plaats van het beeldschermstation. Als dan de personal computer geladen is met een geschikt software pakket kan de computer als ontwikkelsysteem dienen, met alle comfort daaraan verbonden. Daarna kan de computer het programma naar de PLC sturen via de CI 21. Voor dit doel is het ontwikkelpakket PDS 3 (Program Development System) beschikbaar. Dit systeem biedt ook de mogelijkheid de computer te gebruiken als monitor voor testdoeleinden.

Aangezien het datageheugen ook toegankelijk is kan de CI 21 gebruikt worden als bedienings-interface. Via een toetsenbord zijn voorinstellingen, timer-waarden enz. eenvoudig te wijzigen.

De CI 21 is voorzien van het communicatie-protocol PPCCOM.

Dank zij deze beveiliging van de datastroom is het mogelijk betrouwbaar computer downloading te realiseren. De gebruiker kan meerdere PLC-programma's of programmadelen in de computer opslaan. Met een eenvoudige computer-opdracht kan het PLC-programma geheel of gedeeltelijk worden gewijzigd.

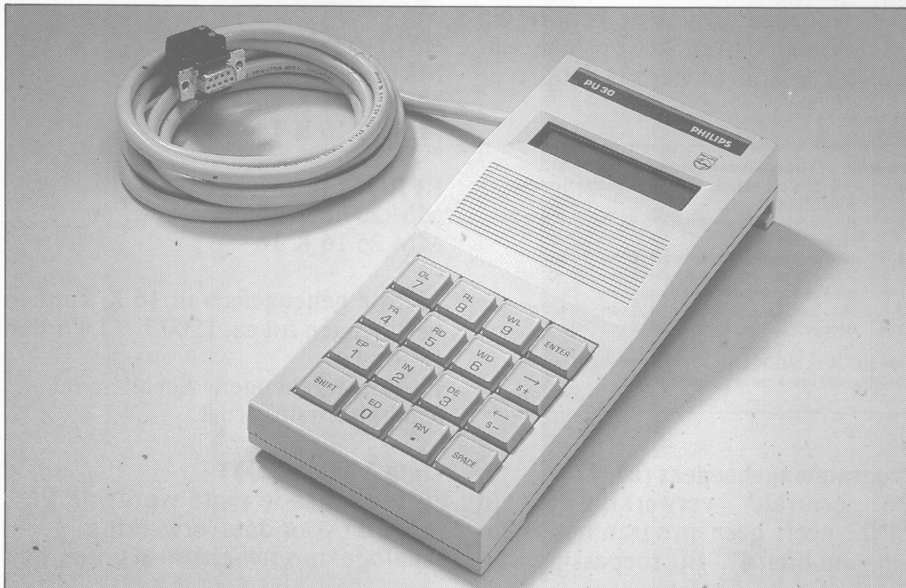
De CI 21 kan worden voorzien van een code in het programma waardoor multidrop-verbinding kan worden toegepast. Hieronder wordt verstaan dat meerdere PLC's aan een gemeenschappelijke verbinding zijn gekoppeld. Iedere boodschap van de computer wordt vooraf gegaan door een CI-adres. Op die wijze reageert alleen de gewenste CI op de boodschap.

De PU 30

De PU 30, weergegeven in afbeelding 14, is een universeel handgereedschap. Het is primair ontwikkeld als programmeermiddel voor de MC 30. Het is echter ook toepasbaar in combinatie met PU 23 en CI 21. Dus ook voor grote PLC-systemen kan het apparaat van dienst zijn als service-middel. Het is een programmeer- en monitor-instrument. Alle instructies worden numeriek ingebracht. Ook Insert en Delete is mogelijk. De monitor-functie is tamelijk compleet.

Bij het hoofdstuk Programmering komen we nog op de mogelijkheden van deze module terug.

Afbeelding 14 de PU 30.



ACCESSOIRES

REKKEN

RA 23 Rack Assembly voor „hoofdrek"

Deze eenheid bestaat uit een standaard Eurorack van zes eenheden hoog (dubbel Euro) met aan de achterzijde het backpanel BP 23. In dit rack kunnen behalve het centrale deel, bestaande uit PU 23 of CI 21, een MM-kaart en CP 22 nog 18 I/O kaarten worden geplaatst. Ook de modules CP 20 en CP 24 kunnen worden toegepast. In dat geval blijft de geheugenlocatie leeg.

Men kan het backpanel ook separaat bestellen (BP 23) bij voorbeeld in geval men zelf over 19 inch-rekken beschikt.

RA 25 Rack Assembly voor uitbreidingsrek

Zoals de RA 23, maar bestemd voor uitbreiding van het aantal I/O-modules. In de RA 25 is plaats voor 15 kaarten.

RA 26

Als RA 25, maar met 21 posities.

BACKPANELS

BP 23 Achterpaneel

De BP 23 is een achterpaneel dat in een genormaliseerd Eurorack past. Het biedt plaats aan maximaal 21 modules, namelijk 1 x PU 23 of CI 21 1 x CP 20, CP 24 of CP 22, 1 x MM kaart en maximaal 18 I/O-modules. De eerste drie plaatsen hebben een vaste bestemming; de overige achttien dienen voor in- en uitgangsmodulen. De onderlinge verbindingen komen tot stand via de gedrukte bedrading van het achterpaneel.

BP 25 en BP 26 Achterpanelen

Als een groter aantal in- of uit-

gangsmodules nodig is dan een rek met achterpaneel BP 23 kan huisvesten, kan het systeem worden uitgebreid met een rek met een achterpaneel BP 25, dat plaats biedt aan 15 I/O-modulen, of met een rek met achterpaneel BP 26, dat goed is voor 21 I/O-modulen.

IO 20, IO 23 en IO 24
Indien het gebruik van bandkabel gewenst wordt kan men gebruik maken van IO-panelen. In deze printplaatjes die op de achterzijde van het rek worden gemonteerd, zijn een rekconnector en één of twee bandkabelconnectors ondergebracht. Op deze wijze kan men de overgang naar bandkabelaansluiting realiseren.
Voor nagenoeg elke module is een I/O-paneeltje beschikbaar.

IOSM
De IOSM is een montageset/backpanel voor de supply module SM 20. Deze is vanwege de grote stroom, 4A, voorzien van een speciale connector.

KABELS EN INTERFACES

BI 21, 22 en 23 Bus-interfaces
De rackassemblies worden onderling doorverbonden met de BI-(Bus Interface)eenheden. De BI 21 is slechts een bandkabeltje met twee connectors, die op de backpanels van de beide rekken kunnen worden aangesloten. De BI 22 en 23 zijn voor het gebruik van resp. 2 en 3 uitbreidingsrekken. In die gevallen is een busversterker opgenomen.

MA 30. Mains Adaptor
Indien de PU 30 wordt gebruikt in combinatie met de PC 20 en aangesloten wordt op de PU 23 of de CI 21, dan wordt de PU 30 niet gevoed. De MA 30 is een voeding met een kabeltje dat kan worden aangesloten op het 220 V net. Hiermee kan de PU 30 zijn voeding ontvangen.

CA 30. Een kabel voor de aanpassing tussen PU 30 en CI 21.

CA 31. Een kabel voor de verbinding tussen de PU 30 en een Centronix printer.

CC 20 - 23
Indien er geen gebruik wordt gemaakt van lintkabel voor de I/O maar er voorkeur bestaat voor meeraderige ronde kabel kan van bovengenoemde types gebruik worden gemaakt. De kabels zijn aan een zijde voorzien van een connector die samen met een cable-hood op de achterkant van het rek wordt geschroefd. De kabel is 3 m lang; het andere eind is onafgewerkt. Deze kabels zijn bruikbaar voor de modulen IM 20, OM 23 en SO 20 en OM 21.
Hiervoor kiest men resp. de typen: CC 22, CC 23, CC 21 en CC 20.
Het type CC 23 is ook nog bruikbaar voor de IM 20, als de schakelaar is opgenomen in positieve spanning.

Frontplaatjes
Lege posities in het rek kunnen worden afgedekt met het frontplaatje FP 21.

PLC 20-modules op een rijtje
In deze brochure komen nogal wat typenummers voor van de modules van het PLC-systeem. Die typenummers zijn zo gekozen dat de letters een afkorting zijn van de functie. Voorbeelden: BP betekent Back Panel, CP betekent Central Processor. Toch kan het wel eens lastig zijn een module te herkennen aan zijn typenummer. Daarom geven wij hier een opsomming van de modules van het PLC 20-systeem in alfabetische volgorde, met een korte omschrijving van de belangrijke functies.

Module	Omschrijving
AD 20	Analoog-digitaalomzetter. Ingangsmodule met acht analoge ingangen.
BI 21 22 23	Bus Interface. Interface voor omvangrijke PLC-systemen verdeeld over twee of meer 19”-rekken.
BI 30 31	Bus-Interface voor gebruik bij uitbreiding van de MC 30 met één of twee I/O blokken.
BP 23	Back Panel - Achterpaneel voor maximaal 21 modulen; past in een genormaliseerd Eurorack.
BP 25	Back Panel - Achterpaneel voor uitbreiding van een PLC met maximaal 15 I/O-modules.
BP 26	Back Panel - Achterpaneel voor uitbreiding van een PLC met maximaal 21 I/O-modules.
CA 30	Kabelaanpassing PU 30 aan CI 21
CA 31	Kabel voor Centronix printer aan PU 30
CC 20	Kabel voor OM 21
CC 21	Kabel voor SO 20
CC 22	Kabel voor IM 20
CC 23	Kabel voor OM 23/IM 20
CI 21	Computer Interface - Toegang tot programmageheugen en kladblokgeheugen.
CP 20	Central Processor - Centrale verwerkingseenheid voor kleine PLC-systemen, voorzien van kladblokgeheugen (RAM 256 woorden van 4 bits) en programmageheugen (EPROM 2 K woorden).
CP 22	Central Processor - Centrale verwerkingseenheid voor grotere PLC-systemen, voorzien van kladblokgeheugen (RAM 2048 woorden van 4 bits), maar zonder programmageheugen.
CP 24	Central Processor - Centrale verwerkingseenheid voor kleine PLC-systemen, voorzien van een kladblokgeheugen (RAM 256 woorden van 4 bits) en een programmageheugen (RAM 2 K woorden); speciaal voor het ontwikkelen van programma’s.
DA 20	Digitaal-analoogomzetter. Uitgangsmodule met vier analoge uitgangen.
DM 20	Data Module - Uitbreiding kladblokgeheugen. DM 20 is controller voor DM 21, DM 22 of DM 23
DM 21	Data Module - Geheugen 64 K 8 EPROM en 64 K 8 RAM
DM 22	Data Module - Geheugen 128 K 8 RAM.
DM 23	Data Module - Geheugen 128 K 8 EPROM
FP 21	Frontplaatje. Breedte van een module.
GM 20	Grafische Module. Grafische processor met video- en programmageheugen voor sturing van High Resolution beeldschermen.
IM 20	Input Module - Ingangsmodule met 16 ingangen.
IM 22	Input Module - Ingangsmodule met 32 ingangen.
IO 20	Achterpaneel voor I/O-aansluiting. Geschikt voor IM 20, OM 23, OM 21 en SO 20
IO 23	Achterpaneel voor I/O-aansluiting. Geschikt voor IM 20 en IM 22.
IO 24	Achterpaneel voor I/O-aansluiting. Geschikt voor DA 20, EC 20, RP 20, RP 20, RS 20 en VI 20
MA 30	Mains Adaptor. Kabeltje inclusief voeding voor PU 30, bij gebruik met PU 23 en CI 21.
MC 20	Micro Controller. Complete PLC met 32 ingangen en 20 uitgangen (200 mA bij 24 V), gemonteerd op één printplaat.
MC 30	Micro Controller. Complete PLC met 24 in- en 16 uitgangen (300 mA bij 24 V). Uitbreidbaar met IO 30/31 tot maximaal 120 I/O.

MI 20 Memory Interface. Kastje met een werkgeheugen (RAM) van 2 K woorden en ruimte voor een programmeereenheid PU 23, bestemd voor het programmeren van de Micro-Controller MC 20.

MM 20 Memory Module - Programmageheugen (EPROM's) met een capaciteit van 8 K woorden.

MM 21 Memory Module - Programmageheugen (RAM) met een capaciteit van 8 K woorden; speciaal voor het ontwikkelen van programma's voor grotere PLC-systemen.

MM 22 Memory Module - Programmageheugen (RAM) met een capaciteit van 4 K woorden; speciaal voor het ontwikkelen van programma's voor middelgrote PLC-systemen.

MM 23 Memory Module - Programmageheugen (RAM) met een capaciteit van 16 K woorden. In combinatie met CP 22 voor zeer grote PLC-systemen.

MM 25 Memory Module - Programmageheugen (EPROM) met een capaciteit van 16 K woorden. In combinatie met CP 22 voor zeer grote PLC-systemen.

OM 21 Output Module - Uitgangsmodule met 8 uitgangen (2 A bij 24 V). Kortsluitvast.

OM 22 Output Module - Uitgangsmodule met 32 uitgangen (100 mA bij 24 V).

OM 23 Output Module - Uitgangskaart met 16 uitgangen 0,5 A bij 24 V of 48 V. Kortsluitvast.

PU 20 Programming Unit - Programmeereenheid met toetsenbord en displays.

PU 23 Programming Unit - Interface voor de PU 20. Uitgevoerd als insteekkaart.

PU 30 Programming Unit - Handinstrument voor programmering en testing. Met name voor MC 30. Ook bruikbaar in combinatie met PU 23 en CI 21.

RP 20 Remote Parallel - 8 bits-bus interface voor duimwielschakelaars en 7 segment-displays.

RS 20 Remote Serial - Serie-interface voor datatransmissie 256 bits PLC-PLC communicatie of remote I/O.

SM 20 Supply Module - Voedingseenheid 24 V in, 10 V uit; maximaal 4 A.

SO 20 Supply + Output - Gecombineerde module; bevat een voedingseenheid (10 V, 1,7 A) en 8 uitgangen (500 mA, 24 V).

VI 20 V 24, Interface - Seriële interface voor het koppelen van het PLC-systeem met randapparatuur, zoals printer, VDU en computer. Is ook te gebruiken als satelliet in een PC 20-systeem.

6. De instructieset van de PLC-familie

De instructieset van de Philips PLC-familie omvat 31 instructies. Voordat wij deze belichten, geven wij in tabel 2 eerst een overzicht van de instructies, op verschillende manieren gegroepeerd.

LOGISCHE INSTRUCTIES

De eerste vier instructies, AND, AND NOT, OR en OR NOT zijn de gebruikelijke logische functies, die een conditie bepalen.

De instructie TRIG maakt het mogelijk te reageren op een niveauverandering van een conditie. Als een ingang op een gegeven moment bij voorbeeld van LAAG HOOG wordt, zou de PLC bij gebruik van de andere vier logische instructies in iedere cyclus opnieuw reageren op deze ingangsconditie.De trigger-instructie zorgt ervoor dat de PLC alleen reageert op de verandering van de ingangsconditie. Hiervoor is bij de Philips PLC-familie dus maar één instructie nodig.

In afbeelding 15 is een voorbeeld gegeven van een functie, opgebouwd uit elementaire logische instructies. De conditie wordt geformuleerd als een som van produkten. Het deel van het programma (met willekeurig gekozen regelnummers) ziet eruit zoals is weergegeven in tabel 3.

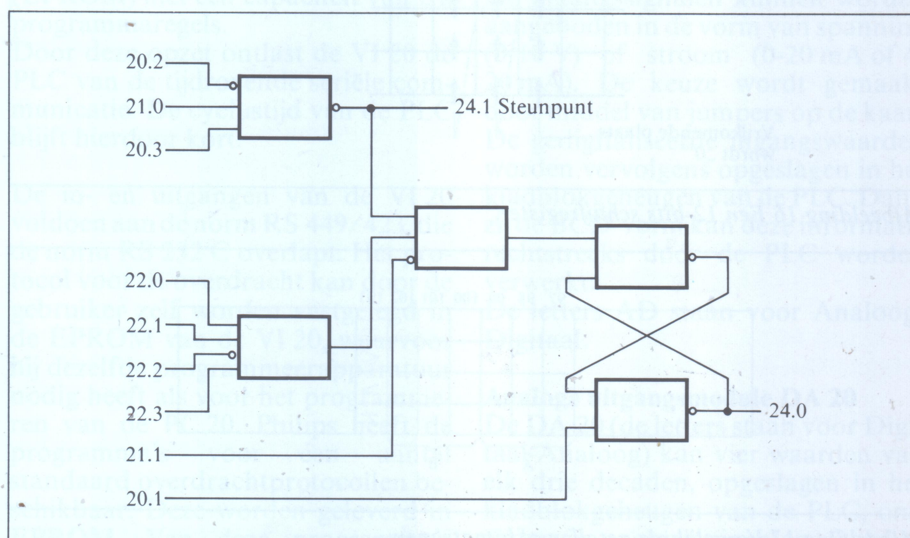
UITVOERINGSINSTRUCTIES

Deze instructies worden alleen uitgevoerd afhankelijk van een voorgaande instructie. Voorbeelden hiervan zijn de instructies SET1 en SET0 in het voorbeeld van de vorige paragraaf. De uitgang wordt in dat voorbeeld „1" gemaakt als aan de voorafgaande conditie is voldaan, dat zijn de programmaregels 767 tot en met 772. Verandert daarna de ingangsconditie, dan blijft de uitgang in dezelfde „stand"; de uitgang kan worden teruggesteld op „0" door middel van ingang 20.1. Dit is dus de conditie voor het uitvoeren van de instructie van regel 775.

De instructie EQL is in feite niets anders dan het is-gelijk-teken uit de algebra. EQLNT is hiervan het omgekeerde en komt dus overeen met „is niet gelijk aan".

Tabel 2
Overzicht instructieset

Mnemonisch woord	Nummer	Omschrijving	
Logische instructies			
AND	16	EN	
ANDNT	17	EN NIET	
OR	18	OF	
ORNT	19	OF NIET	
TRIG	01	Detectie van niveauverandering	
Uitvoeringsinstructies			
EQL	02	EQUALS (is gelijk aan)	1-bits instructies
EQLNT	03	EQUALS NOT (is niet gelijk aan)	
SET0	08	Zet op 0 (geheugen)	
SET1	09	Zet op 1 (geheugen)	
Datatransportinstructies			
STRB	10	STORE BIT (sla bit op)	
FTCHB	11	FETCH BIT (haal bit)	
FTCHC	12	FETCH CONSTANT (haal constante)	
FTCHD	13	FETCH DIGIT (haal decade)	
STRD	14	STORE DIGIT (sla decade op)	
Dataverwerkingsinstructie			
SHFTL	04	SHIFT LEFT (schuif links)	
SHFTR	05	SHIFT RIGHT (schuif rechts)	
CNTD	06	COUNT DOWN (tel af)	
CNTU	07	COUNT UP (tel op)	4-bits instructies
COMP	15	COMPARE (vergelijk;resultaat >, <, = of ≠)	
Rekeninstructies			
ADD	20	ADD (tel op)	
SUBTR	21	SUBTRACT (trek af)	
MULT	22	MULTIPLY (vermenigvuldig)	
DIV	23	DIVIDE (deel)	
Spronginstructies			
JSAF	24	Spring naar subroutine absoluut bij conditie „vals"	
JSAT	25	Spring naar subroutine absoluut bij conditie „waar"	
RET	26	RETURN (ga terug naar hoofdprogramma)	
JBRF	29	Spring terug relatief bij conditie „vals"	
JFRF	30	Spring vooruit relatief bij conditie „vals"	Programma-instructies
I/O-instructies			
END	27	Einde programma (tevens eerste I/O-adres)	
LSTIO	31	Laatste I/O-adres	
Loze instructie			
NOP	00	Geen bewerking	



Afbeelding 15
Voorbeeld van een logische schakeling.

Tabel 3

Regelnr.	Instructie	Data/adres	Opmerkingen
763	ANDNT	20.2	
764	AND	21.0	
765	AND	20.3	
766*	EQLNT	24.1	Steunpunt
767	AND	22.0	
768	AND	22.1	
769	ANDNT	22.2	
770	AND	22.3	Conditie om 24.0 te „setten"
771	ORNT	21.1	
772	OR	24.1	
773*	SET1	24.0	„Set" uitgang
774	AND	20.1	Conditie om 24.0 terug te stellen („reset")
775*	SET0	24.0	„Reset" uitgang

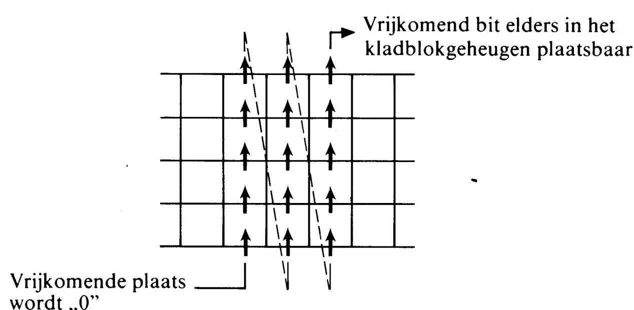
* Uitvoeringsinstructies

Behalve de instructies AND (NT), OR (NT), TRIG, END, LSTIO zijn alle instructies uitvoeringsinstructies (execute). Zij worden dus alleen uitgevoerd als aan de voorafgaande conditie(s) is voldaan.

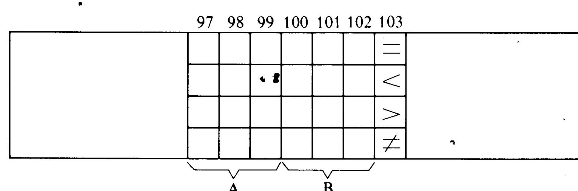
DATATRANSPORTINSTRUCTIES

Ook deze instructies behoren tot de uitvoeringsinstructies. De datatransportinstructies STRB en STRD maken het mogelijk respectievelijk een bit of een vierbits woord van de centrale verwerkingseenheid over te brengen naar en op te slaan in het kladblokgeheugen, zodat deze later kunnen worden uitgelezen en verwerkt. De instructies FTCHB en FTCHD maken het omgekeerde mogelijk, namelijk het ophalen van respectievelijk een bit of een decade uit het kladblokgeheugen en het overbrengen daarvan naar een register van de centrale verwerkingseenheid.
Met de instructie FTCHC kan een constante worden opgevraagd, ditmaal niet uit het kladblokgeheugen maar uit het programmageheugen. Deze vierbits constante wordt overgebracht naar een register van de centrale verwerkingseenheid.

Samenvattend: als met variabelen wordt gewerkt, worden deze met de instructies STRB of STRD (afhankelijk van het aantal bits) opgeslagen in het kladblokgeheugen en met de instructies FTCHB of FTCHD opgehaald uit het kladblokgeheugen.
Constanten kunnen worden opgehaald door de instructie FTCHC.
De werkregisters van de centrale verwerkingseenheid kunnen volledig worden geladen met vier opeenvolgende FTCHD-instructies of zestien FTCHB-instructies. Bij de eerste FTCH-instructie wordt het werkregister gewist. Omgekeerd kan met vier STRD- of zestien STRB-instructies de hele inhoud van het werkregister worden overgebracht naar het kladblokgeheugen, zonder verlies van de registerinhoud.



Afbeelding 16 Een 12-bits schuifregister.



Afbeelding 17 Vergelijking getallen of bitpatronen.

DATAVERWERKINGSINSTRUCTIES

Met de instructies SHFTL en SHFTR kunnen de bits één locatie naar links of naar rechts worden geschoven, waarbij de „overlopende" bit tijdelijk in een éénbits hulpregister van de centrale verwerkingseenheid wordt geplaatst (zie afbeelding 16). Laat men de shift-instructies onmiddellijk volgen door de instructie STRB, dan wordt die bit opgeslagen in het kladblokgeheugen. Door middel van een aantal shift-instructies achtereen kan men een langer schuifregister maken (4 posities per instructie).

De instructie CNTU en CNTD maken het mogelijk vooruit of terug te tellen, waarbij de inhoud van een register telkens met één wordt verhoogd of verlaagd. Iedere CNT-instructie moet worden gevolgd door een adres van het kladblokgeheugen en omvat één decade. Het aantal opeenvolgende CNT-instructies en daarmee de capaciteit van de teller kan willekeurig groot zijn. Met één zo'n instructie kan men dus tot 10 tellen, met twee tot 100, met drie tot 1000 en zo voort.
Met STRB, onmiddellijk na de teller in het programma ingebracht, kan men uitlezen of een teller na CNTU „vol" of na CNTD „leeg" is. De PLC waarschuwt dus onmiddellijk als een teller vol of leeg is.

Met de instructie COMP kunnen getallen en bitpatronen van vrijwel onbeperkte lengte met elkaar worden vergeleken. Dit is in afbeelding 17 geïllustreerd voor twee getallen van drie decaden (maximaal 999) of twee 12-bits patronen. Waarde A is opgeslagen in de posities 97, 98 en 99 van het kladblokgeheugen, waarde B in de posities 100, 101 en 102 (het spreekt vanzelf dat ook andere posities kunnen worden gebruikt). Eerst wordt een der variabelen gehaald met de instructies FTCHD 99, FTCHD 98 en FTCHD 97. Daarna volgt een vergelijking met de andere variabele door middel van de instructies COMP 102, COMP 101 en COMP 100. De vergelijking wordt afgesloten met de instructie STRD 103. Op dat adres komt dan het resultaat te staan zoals aangegeven in afbeelding 17.

REKENINSTRUCTIES

Met de vier rekeninstructies ADD, SUBTR, MULT en DIV kunnen twee getallen van ten hoogste vier decaden bij elkaar worden opgeteld, van elkaar worden afgetrokken, met elkaar worden vermenigvuldigd of door elkaar worden gedeeld. Het resultaat van de bewerkingen mag niet groter zijn dan vier decaden. Enige voorzichtigheid is

hierbij dus geboden. Het vermenigvuldigen van twee getallen met respectievelijk twee en drie decaden is bij voorbeeld soms wel en soms niet mogelijk. 30 x 333 = 9990 kan nog net, maar 31 x 333 = 10 323 kan net niet meer. Overigens geeft de PLC automatisch een waarschuwing als het resultaat van een bewerking groter is dan vier decaden; dat gebeurt door het „overflow"-bit.
Moet worden gerekend met getallen van meer dan vier decaden, of kan de uitkomst van zo'n berekening groter zijn dan 9999, dan kan de berekening in delen worden gesplitst. Dat is wat lastiger, maar zeker niet moeilijk en voorbeeld programma's daarvan zijn beschikbaar.

Bij delingen berekent de PLC geen cijfers achter de komma, maar blijft een rest over. Deze kan echter in een volgende deling worden omgerekend tot de waarde achter de komma.
De rekeninstructies zijn in feite hoog ontwikkeld en buitengewoon krachtig. Het resultaat van een vermenigvuldiging, zelfs wanneer het om grote getallen gaat, kan bij voorbeeld in één bewerking van de PLC worden berekend.

Deze gunstige eigenschap is te danken aan de microprocessors die speciaal voor de PLC-familie zijn ontwikkeld. Bij gebruik van standaardmicroprocessors vraagt een dergelijke berekening niet alleen een flink stuk programma, maar de uitvoering kost ook veel meer tijd. De snelle en eenvoudige wijze waarop de Philips PLC berekeningen uitvoert is een belangrijk voordeel.

SPRONGINSTRUCTIES

De spronginstructies van de Philips PLC-familie zijn eveneens bijzonder krachtig; ze bieden de mogelijkheid naar een ander gedeelte van het programma te springen. Ook deze instructies moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd, omdat anders het gevaar bestaat dat de PLC niet meer uit een programmalus kan ontsnappen of bepaalde delen van het programma altijd overslaat. Met enige ervaring kan men deze fouten echter makkelijk vermijden.

De instructie JSAF maakt het mogelijk naar een subroutine met een vast adres te springen in het geval dat de eraan voorafgaande veronderstelling niet waar is. De instructie JSAT doet hetzelfde in het geval die veronderstelling waar blijkt te zijn.
Door middel van de instructie RET kan men terugkeren naar het hoofdprogramma. De PLC springt dan naar de programmaregel met een nummer dat één hoger is dan dat van de regel waar het programma werd verlaten.

Het is mogelijk maximaal vier subroutines te „nesten", dat wil zeggen tijdens het afhandelen van een subroutine te springen naar een tweede of volgende subroutine.
Met de instructies JBRF en JFRF kunnen relatieve sprongen voor- of achterwaarts worden gemaakt in het geval de voorafgaande veronderstelling onwaar is. In deze gevallen wordt niet het absolute adres van de bestemming aangegeven, maar het aantal regels dat voor- of achterwaarts moet worden gesprongen.

Opmerking: alle tot dusver beschreven instructies, met uitzondering van de logische functies, behoren tot de groep van uitvoeringsinstructies.

I/O-INSTRUCTIES

De instructie END geeft het einde van het programma aan. Deze instructie moet worden gevolgd door het eerste I/O-adres waarvan men de inhoud wil verversen, omdat de PLC na de bewerkingsfase begint met een I/O-fase, waarbij de actuele toestanden van de in- en uitgangen in overeenstemming met het kladblokgeheugen worden gebracht. Hierop komen we later terug bij het beschrijven van de werking van de PLC.
Achter de instructie END is dus het eerste I/O-adres gegeven. Het hoogste I/O-adres wordt gegeven met de instructie LSTIO, bij voorbeeld

----

LSTIO 87

END 10

De adressen 10 tot 87 worden in de I/O-fase behandeld. Aan het eind van het hoofdprogramma zal dat als regel het gehele veld van de gebruikte inputs en outputs zijn.
Men kan echter ook tijdens de dataprocessing gedeeltelijke I/O-slagen maken. Bij voorbeeld om zeer snelle verschijnselen te volgen. In zo'n geval wordt een subroutine waarin deze input wordt verwerkt niet, zoals gebruikelijk, afgesloten met een return (RET) maar met een LSTIO-END combinatie, waarmee de betreffende ingang(en) wordt(worden) gedefinieerd.
Ook in combinatie met spronginstructies is deze mogelijkheid van zogenaamde tussentijdse I/O-slagen erg nuttig.

LOZE INSTRUCTIE

Op de NOP-instructie wordt bij het afwerken van het programma niet gereageerd. Deze functie maakt het mogelijk ruimte te scheppen voor latere uitbreidingen.

7. STANDAARD-PROGRAMMATUUR VOOR DE VI 20

De VI 20 is een I/O-module van het PC 20-systeem, die als interface kan worden gebruikt tussen het kladblokgeheugen (datageheugen) van de PC 20 enerzijds en de buitenwereld in de vorm van afdrukeenheden, beeldstations of computers anderzijds. Om te voorkomen dat de communicatie met deze apparatuur een te groot beslag zal leggen op de geheugencapaciteit van de PLC, is de VI 20 voorzien van een eigen microprocessor, een programmageheugen met 2 K woorden en een kladblokgeheugen met een capaciteit van 1 K bits. De microprocessor is dezelfde als die van de PLC, zodat ook de instructieset identiek is. Hieruit blijkt dat men de VI 20 kan beschouwen als een satellietprocessor.

Met deze opzet wordt bereikt dat de cyclustijd van de PLC nauwelijks wordt beïnvloed door de vaak tijdrovende communicatie.

De benodigde programmatuur voor de VI 20 kan natuurlijk op het eigen PLC-systeem worden ontwikkeld. Het blijkt echter dat voor verschillende besturingssystemen vaak een zelfde soort programma's nodig is. Om te voorkomen dat iedere gebruiker bij wijze van spreken opnieuw het wiel moet uitvinden, heeft Philips een reeks standaard programma's ontwikkeld; deze programma's worden geleverd in twee EPROM's van het type 2716.

Bij ieder standaardprogramma wordt een ondersteuningsprogramma bijgeleverd voor de PLC. Dit laatste zorgt ervoor dat de communicatie tussen het kladblokgeheugen van de PLC en het datageheugen van de VI 20 goed verloopt.

DE PROGRAMMA'S

Berichtenprogramma PVI 1

Dit programma verzorgt de communicatie tussen de PLC en een afdrukeenheid of een beeldstation ten behoeve van storingsmeldingen, datalogging en dergelijke. Het programma bevat de benodigde besturingsinstructies van de printer en 49 subroutines voor het vormen van ASCII-karakters. Met behulp van een tabel kan de gebruiker zelf de berichten samenstellen, zo nodig aangevuld met procesvariabelen.

Terminalprogramma PVI 2

Dit programma stelt de gebruiker in staat, bij voorbeeld met behulp van een toetsenbord en een beeldscherm het kladblokgeheugen van de PLC uit te lezen en desgewenst gegevens in te voeren, bij voorbeeld de voorinstelling („presets") van procesgrootheden. Met dit programma kunnen ook produktiehoeveelheden en dergelijke zichtbaar worden gemaakt.

Een speciale uitvoering van dit programma is de PVI-DIA. Een dialoog programma met name geschikt voor beeldschermstations.

Asinklinkprogramma PVI 4

Dit programmapakket voorziet in het aanpassen van het protocol voor communicatie van de PLC met een computer. Dit protocol („asinklink") kan in principe voor elke computer worden gebruikt. Het biedt een buitengewoon goede beveiliging tegen beschadigen van de datastroom.

Niet alleen voorziet het programma in pariteitscontrole per woord en in controle van de „checksum" per kolom, maar zorgt er ook voor dat 4 databits worden ingebed in 7-bits woorden; de resterende drie bits worden als controle gebruikt voor de vier databits.

Computercommunicatieprogramma PVI 5

Dit is evenals PVI 4 een programma dat communicatie van de PLC met een computer mogelijk maakt. De beveiliging is echter iets minder rigoreus, met als gevolg dat de effectieve transmissiesnelheid nogal wat hoger is. Bij dit programma worden telkens 2 x 4 databits samengevoegd tot een 8 bits-karakter.

Computercommunicatieprogramma PVI 7

Dit communicatieprogramma biedt dezelfde faciliteiten als PVI 4. Een verschil is echter dat bij gebruik van het programma PVI 4 het initiatief tot het uitwisselen van data altijd van de computer dient uit te gaan. Bij gebruik van PVI 7 kan ook de PLC dat initiatief nemen.

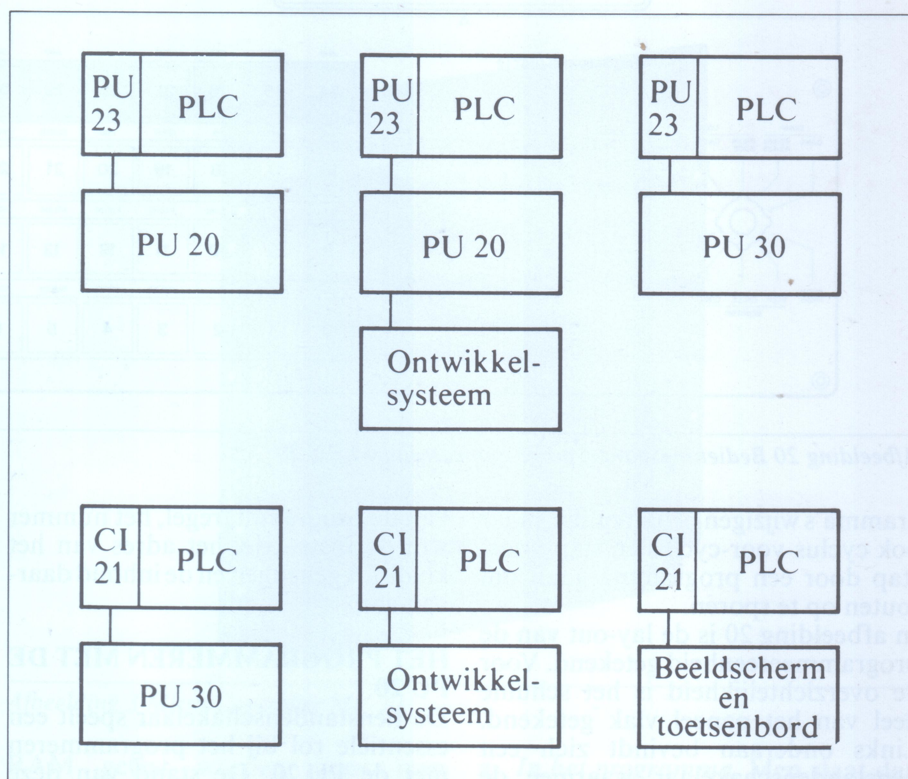
PID-algoritme PVI 8

Bij toepassing van dit programma wordt de VI 20 als rekensatelliet gebruikt. De analoge in- en uitgangen zijn aangesloten op de PLC. De variabelen zijn dus, samen met de constanten, beschikbaar in het kladblokgeheugen. Deze data worden overgedragen aan de VI 20, die dan het PID-algoritme afwerkt. Het resultaat van die berekeningen wordt weer overgedragen aan het kladblokgeheugen van de PLC. Op deze manier kunnen met één VI 20 twaalf PID-regelkringen worden bediend.

De VI 20 voert het rekenwerk uit zonder de cyclustijd van de PLC noemenswaardig te beïnvloeden. Het beslag dat de PID-regelaars leggen op de capaciteit van programma- en datageheugen is evenmin van groot belang. De scanfrequentie van de regelkringen is vrijwel onafhankelijk van de PLC en bedraagt ongeveer 10 Hz. Dat wil dus zeggen dat elk van de twaalf kringen tienmaal per seconde wordt doorgerekend en zo nodig bijgestuurd.

8. PROGRAMMEREN VAN DE PLC-SYSTEMEN

Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven bestrijkt de Philips PLC-familie een enorm gebied. Van systemen van slechts een tiental in- en uitgangen tot grote en mogelijk complexe systemen met 1000 I-O of meer.
Al die systemen hebben echter één ding gemeen: ze hebben allemaal dezelfde instructieset. Er kan gebruik worden gemaakt van een programmeersysteem, de PU 20-23 combinatie, of van een ontwikkelsysteem.
Ook de kleine hand-programmeerunit PU 30 kan op de PC 20 gebruikt worden. Bij gebruik van de PU 20 en PU 30 heeft men de PC 20 meteen nodig. Men programmeert rechtstreeks in het geheugen van de PLC.
Met een ontwikkelsysteem kan men geheel los van de PLC een programma ontwikkelen. Dit systeem bestaat uit een softwarepakket PDS3 en een personal computer. De software PDS3 is ontwikkeld voor de computers P 2000C, P 3100 en P 3200. De laatste twee computers zijn IBM-compatible, zodat PDS 3 ook op IBM-PC's toepasbaar is. Uiteraard biedt een ontwikkelsysteem meer comfort dan een programmeerapparaat, maar het vergt ook een wat hogere investering indien men de PC ook hiervoor moet aanschaffen.
In afbeelding 18 worden de verschillende mogelijkheden voor programmeren en testen van systemen schematisch aangegeven.
De PU 20 wordt via de interface PU 23 aangesloten. De hand-programmeerunit PU 30 kan behalve op de PU 23 ook op de CI 21 aangesloten worden. Het ontwikkelsysteem kan of rechtstreeks op de CI 21 of op de PU 20 worden aangesloten. Via de CI 21 kan men desgewenst ook nog rechtstreeks met beeldscherm en toetsenbord programmeren.



Afbeelding 18 Overzicht van mogelijkheden voor programmeren en testen van PLC-systemen.

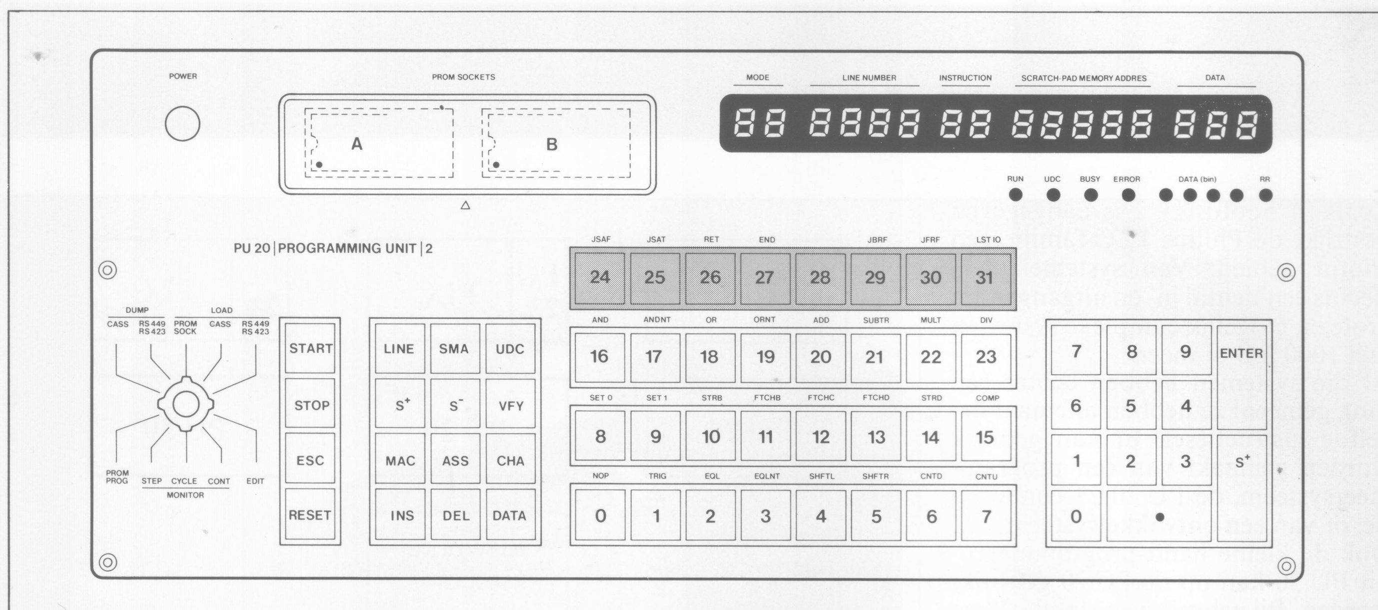
DE PROGRAMMEEREENHEID PU 20

Om een PC 20-systeem te kunnen programmeren, moet het zijn uitgerust met een RAM-programmageheugen. Voor kleine systemen zal dat de centrale verwerkingseenheid CP 24 zijn, die een 2 K RAM aan boord heeft, en voor grote systemen de centrale processor CP 22, gecombineerd met een RAM geheugen van 16, 8 of 4 K woorden (MM 23, MM 21 of MM 22). Als het programma is uitontwikkeld, kan het worden vastgelegd in EPROM's en kan de CP 24 worden vervangen door een CP 20. Als gebruik werd gemaakt van de CP 22 kan nu het RAM-geheugen worden vervangen door een EPROM-geheugen (MM 20 of MM 25). Zelfs als men een groot aantal PLC-systemen in bedrijf heeft, kan men dus volstaan met een enkele CP 24 of een enkel RAM geheugen.
Een zelfde redenering geldt voor de Micro-Controller MC 20. De MI 20 doet hierbij dienst als geheugenmodule (RAM).

De programmeereenheid wordt via een interfacemodule PU 23 verbonden met de PLC. De PU 20 is uitgerust met een sleutelschakelaar. Zonder sleutel kan men alleen een bestaand programma en de status van de bits of de inhoud (getalwaarde) van woorden van het kladblokgeheugen controleren. Nadat de sleutel is omgedraaid, zijn alle functies van de PU 20 beschikbaar. Men kan dan programma's ontwikkelen, bestaande pro-



Afbeelding 19 Programmeereenheid PU 20.



Afbeelding 20 Bedieningspaneel programmeereenheid PU 20.

gramma's wijzigen of aanvullen, maar ook cyclus-voor-cyclus en stap-voor-stap door een programma gaan om fouten op te sporen.
In afbeelding 20 is de lay-out van de programmeereenheid getekend. Voor de overzichtelijkheid is het schuine deel van het paneel vlak getekend. Links onderaan bevindt zich een tienstandenschakelaar waarmee de werkwijze („mode") wordt gekozen.
Daarnaast zijn vier toetsen die dienen om de met de schakelaar gekozen werkwijze te starten of te beëindigen, te „ontsnappen" („Escape") en op een andere werkwijze over te gaan.
De twaalf toetsen rechts daarnaast dienen voor het invoeren van programmafuncties, zoals het tussenvoegen of verwijderen van programmaregels en het aangeven dat een nieuwe programmaregel met een bepaald regelnummer zal worden ingetoetst. Dat intoetsen van regelnummers of adressen van het kladblokgeheugen gebeurt met het cijfertoetsenbordje geheel rechts.
De 32 toetsen in het midden dienen voor het invoeren van de programma-instructies. Voor iedere instructie is er een aparte toets, waarvan het nummer overeenkomt met het nummer van de instructie zoals dat is vermeld in de instructielijst.
De mnemonische woorden van iedere instructie zijn aangegeven boven de desbetreffende toets.
Linksboven bevinden zich twee houders voor EPROM's. Deze maken het mogelijk de inhoud van het programmageheugen van de PC 20 over te brengen in twee EPROM's.
De display met zestien cijfers maakt het mogelijk „te zien wat men doet". De display geeft van links naar rechts de werkwijze („mode"), het nummer van de programmaregel, het nummer van de instructie, het adres van het kladblokgeheugen en de inhoud daarvan aan.

HET PROGRAMMEREN MET DE PU 20

De tienstandenschakelaar speelt een essentiële rol bij het programmeren met de PU 20. De stand van deze schakelaar heeft invloed op het functioneren van zowel de programmeereenheid als van de PLC.
Een overzicht van de functies van de schakelaar in de verschillende standen geeft een indruk van de mogelijkheden die de PU 20 biedt bij het programmeren van de PC 20-systemen.

1. Edit
Dit is de programmeerstand. De PLC staat stil terwijl het programmageheugen toegankelijk blijft. Zo kan de programmeur het gewenste programma inbrengen.
Ook kunnen programmaregels worden tussengevoegd (Insert).
De daarop volgende regels worden dan een plaats in het geheugen opgeschoven, behalve de instructies NOP. Die worden „overschreven". Om die reden verdient het aanbeveling hier en daar groepjes NOP-instructies te plaatsen. Bij eventuele tussenvoegingen hoeven dan maar kleine delen van het programma opnieuw afgedrukt te worden. Programmaregels kunnen ook worden geschrapt (delete), waarbij alle volgende geheugenadressen automatisch worden vernummerd tot aan de eerste NOP-instructie.

2. Monitoring continuous
De PLC is in bedrijf.
In deze stand kan de werking van het programma worden gecontroleerd. Het aanbrengen van wijzigingen is hier, hoewel mogelijk, bemoeilijkt om te voorkomen dat abusievelijk in een bestaand programma wordt ingegrepen.
Verwerkingsresultaten worden hier gecontroleerd, doordat ook de inhoud van een kladblokgeheugen wordt getoond.

3. Cycle monitoring
De PLC maakt één bewerkingsslag.
Deze stand wordt gebruikt om het programma per bewerkingsslag te controleren ten behoeve van een programmatest. Per gegeven commando doorloopt de PLC één cyclus, te starten op elk willekeurig gekozen moment binnen de programmaverwerkingsfase. De feitelijke controle verloopt als in stand 2.

4. Step by step monitoring
De PLC maakt één programmastap.
Per stap-commando wordt een display gegeven van programmageheugen, de inhoud van één adres en de inhoud van het betrokken kladblokgeheugenadres voor een nog verder gedetailleerde programmaobservatie. Onder meer kunnen sprongfuncties worden gecontroleerd.

5. EPROM programmering
De PLC staat stil.
De inhoud van het programmageheugen van 1 K of 2 K woorden wordt overgebracht van RAM naar EPROM's.
Elk woord in de EPROM's vergelijkt de PU 20 met het oorspronkelijke woord in de RAM. Fouten worden gesignaleerd. De inhoud van het programmageheugen blijft intact.

6. Dump on cassette
De PLC staat stil.
In deze stand wordt de inhoud van het programmageheugen overgebracht op een audiocassetteband, bij voorbeeld als extra beveiliging van een programma dat nog niet is voltooid en waaraan later wordt verder gewerkt.

7. Dump on RS 449/423
De PLC staat stil.
Stand voor het opslaan van het programmageheugen in een computer of op een printer.

8. Load from EPROM's
De PLC staat stil.
In deze stand kan de inhoud van EPROM's worden overgebracht naar de RAM.

9. Load from cassette
De PLC staat stil.
In stand 9 wordt de lading van een audiocassetteband teruggebracht naar het programmageheugen. In deze stand kan worden gecontroleerd of het programma foutloos op de band gekomen is. Eventuele verschillen worden gesignaleerd.

10. Load from RS 449/423
De PLC staat stil.
Een programma kan vanuit een ontwikkelsysteem worden geladen in het programmageheugen.
De tienstandenschakelaar heeft een extra beveiliging ter voorkoming van fouten tijdens het schakelen. Elke nieuwe stand van de schakelaar wordt namelijk pas effectief na het indrukken van de toetsen RESET en START.

PROGRAMMEREN MET DE CI 21

De CI 21 kan de plaats innemen van de PU 23, geheel links in het rek. Deze interface geeft dan toegang tot zowel het programmageheugen als het kladblokgeheugen. Op het frontplaatje is een connector aangebracht waarop een beeldschermstation of een computer kan worden aangesloten. De CI 21 bevat een microprocessor met een programma, vastgelegd in EPROM. Op grond hiervan heeft de CI-21 een commandopakket waarvan we de belangrijkste mogelijkheden de revue zullen laten passeren.
Met de CI 21 kan men een PLC starten en stoppen, resetten of op een bepaald programmageheugenadres stoppen in de up-date fase.
De belangrijkste van de ongeveer twintig instructies zullen we kort beschrijven.

EP: Edit Program. De stand waarin een programma kan worden ingetoetst: Instructie, adres, CR.
RL: Read Line. Een regel wordt in de up-date fase eenmalig uitgelezen.
ML: Monitor Lines. Tot een maximum van 16 regels worden tijdens processing, dynamisch uitgelezen.
WL: Write Line. Dynamisch, in the run mode, wordt een regel geschreven.
RD: Read Data. In de up-date fase worden kladblokgeheugenadressen uitgelezen. Het maximum aantal is 8. Deze getallen kunnen op een beeldscherm zichtbaar gemaakt worden.
WD: Write Data. Zoals RD maar nu kunnen tot 8 adressen worden ingeschreven.

Nog enkele instructies zijn: Verify Copy. Hiermee kan men programma's of delen daarvan vergelijken of copiëren.

PROGRAMMEREN MET DE PU 30

De PU 30 is in de eerste plaats ontwikkeld voor het gebruik in combinatie met de MC 30. Daarop aangesloten hoeft er zelfs geen voedingskabel te worden toegepast.
Maar ook het gebruik met PU 23 is mogelijk, evenals met de CI 21. Dan is het instrument met name praktisch als service- en testgereedschap. In beide gevallen moet de PU 30 worden gevoed vanuit het net. Daartoe is beschikbaar een MA 30 (Mains Adaptor). Dit is een kleine voeding voorzien van aansluitsnoer voor de PU 30.
De connector op de voorkant van de CI 21 is niet zonder meer geschikt voor PU 30, daartoe is nodig een CA 31 (Cable Adaptor) aanpassing voor de PU 30 kabel.

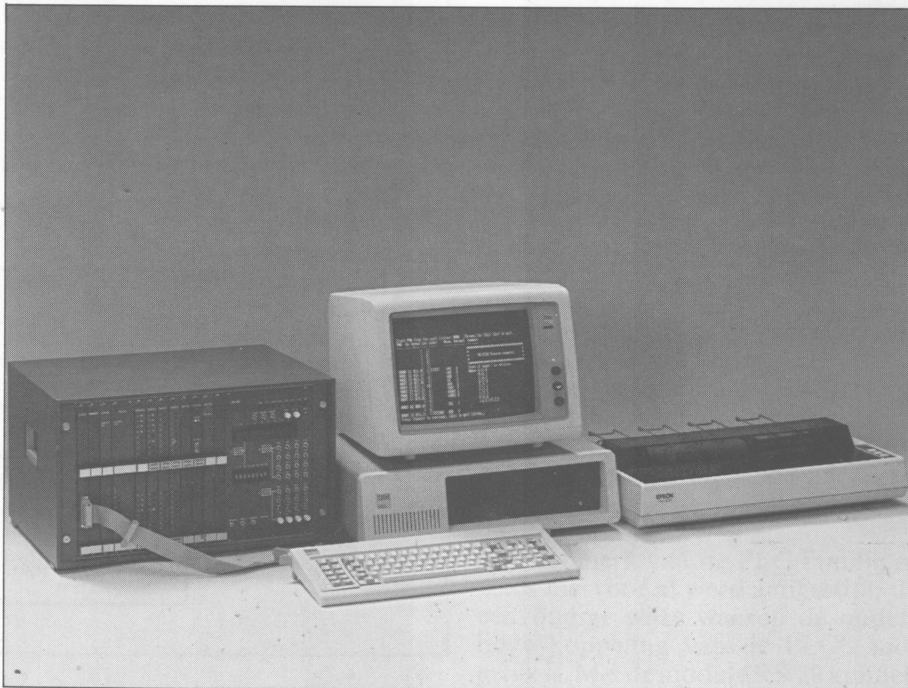
De PU 30 is voorzien van 16 knoppen, die bijna allemaal een dubbele functie kunnen hebben door het gebruik van de „Shift"-toets. Zo zijn er toetsen voor EP, RL, WL, RD en WD die allemaal dezelfde functie vervullen als bij de CI 21. Ook „Insert" en „Delete" zijn mogelijk. In dat geval worden ook de sprongadressen bijgewerkt (re-addressing).
Verder zijn voor de instructies uiteraard geen functietoetsen voorhanden, zodat alle instructies numeriek moeten worden ingetoetst.

De PU 30 is voorzien van een printerinterface, zodat een Centronix printer kan worden aangesloten.

PROGRAMMEREN MET HET ONTWIKKELSYSTEEM

Zoals vermeld bestaat het ontwikkelsysteem uit een computer P 2000C, P 3100 of P 3200, met een software pakket PDS3. De combinatie wordt gecompleteerd met een printer. Dit systeem heeft zeer aantrekkelijke faciliteiten, waarvan we er hier enige noemen. De gebruiker kan bij voorbeeld input, output en kladblokgeheugenplaatsen symbolisch adresseren. In plaats van in numerieke waarden wordt het programma dan geschreven in symbolische aanduidingen, waardoor het beter leesbaar wordt. Een andere bijdrage tot betere leesbaarheid wordt geleverd door de mogelijkheid het programma van commentaar te voorzien.
Voor het maken van sprongen kunnen

Afbeelding 21 Programma-ontwikkelsysteem met de personal computer.



labels aan het bestemmingsadres worden toegekend, zodat met het tussenvoegen of uitwissen van programmadelen de sprongadressen correct blijven. Het ontwikkelsysteem vertaalt de symbolische adressen en mnemonics naar numerieke gegevens, als de assembler opdracht is gegeven.
Nadat het programma is geschreven en geassembleerd kan het objectprogramma in de PLC worden geladen.
Hiertoe kan men het ontwikkelsysteem aansluiten op de PU 20, via een RS 232C-verbinding. Met de keuzeschakelaar op de PU 20 in stand 10 kan het programma overgedragen worden.
Ook is het mogelijk het systeem rechtstreeks aan te sluiten op de CI 21.

Verder kan de computer worden gebruikt als beeldschermstation in de test-fase. Dit laatste alleen in combinatie met de CI 21.

Dit is vooral van belang bij het gebruik van portable computers. Een extra feature daarbij is de compare functie. Na de test kan men het PLC-programma weer laden op de diskette en een vergelijking laten maken met het oorspronkelijk programma. Op deze wijze ontstaat een volledig betrouwbare documentatie.
Een ander belangrijk hulpmiddel voor de betrouwbare documentatie is de z.g. cross reference listing.

Daarbij wordt in tabelvorm een overzicht uitgeprint van de geheugenregels waarop de ingangen, uitgangen en steunpunten voorkomen. Behalve deze mogelijkheden zijn er nog tal van details die het ontwikkelsysteem maken tot een veelzijdig en praktisch te hanteren instrument.

9. PLC-CURSUSSEN

Philips organiseert cursussen voor hen die een PLC-systeem moeten opbouwen, programmeren of onderhouden. Van de deelnemers wordt verwacht dat zij enige kennis van schakeltechniek hebben. De cursussen worden beperkt tot kleine groepen van circa 12 deelnemers. Er zijn vier oefentoestellen, zodat iedere cursist in ruime mate gelegenheid heeft diverse oefeningen daadwerkelijk uit te voeren.

De cursussen worden in Eindhoven gegeven. Bij voldoende deelname is het echter mogelijk speciaal voor een bepaald bedrijf een cursus elders in Nederland te houden.
De cursusduur is drie dagen.



Handelsregister Eindhoven nr. 8551
Nederlandse Philips Bedrijven B.V.

Wijzigingen voorbehouden



Philips Nederland
Marktgroep W & I
Postbus 90050
5600 PB Eindhoven
Tel. 040-782738
Telex 51238

PHILIPS

45360/695600.Z